APLICACIONES DEL CONTROL REMOTO

NUEVAS TECNOLOGIAS

BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA




NUEVAS
TECNOLOGIAS
BIBLIOTECA DE ELECTRONICA/INFORMATICA

APLICACIONES DEL CONTROL REMOTO



Esta obra es una nueva edición actualizada y ampliada de la obra originalmente publicada por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, con el título de «Aplicaciones de la Electrónica»

El contenido de la presente obra ha sido realizado por Marcombo, S.A. de Boixareu editores, bajo la dirección técnica de José Mompin Poblet, director de la revista «Mundo Electrónico»

ISBN 84-7634-485-6 (Obra completa)
ISBN 84-7634-782-0 (Vol. 45)
D. L.: B. 34988-1986

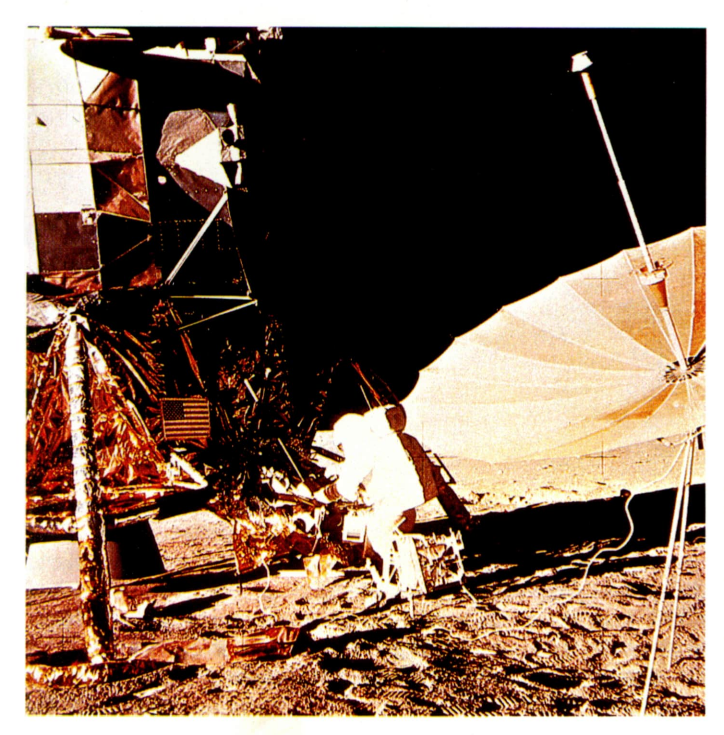
Impreso y encuadernado por
printer industria gráfica, sa c.n. II, cuatro caminos, s/n
08620 sant vicenç dels horts barcelona 1986

Printed in Spain

Control remoto

INTRODUCCION

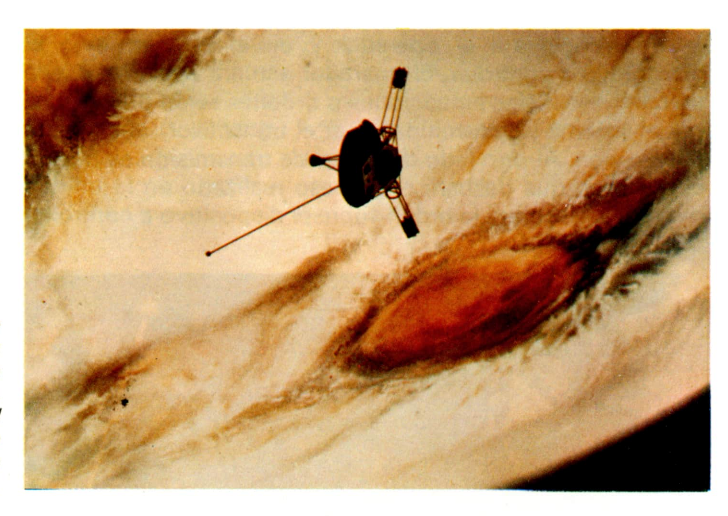
El sistema más simple de control remoto se puede imaginar constituido por una cadena en un extremo de la cual se encuentra el operador y en el otro extremo el dispositivo a controlar. El operador actuará sobre una serie de controles. Estas actuaciones u órdenes serán procesadas por el sistema y transmitidas (por el transmisor) al canal de transmisión. Al otro lado del canal de transmisión se hallará el receptor, que deshará el proceso realizado en la unidad emisora y efectuará la orden sobre el dispositivo a controlar.



Una gran parte de las misiones espaciales son comandadas desde la Tierra; la intervención de los dispositivos capaces de captar información y proceder según unas órdenes recibidas a distancia, es fundamental en el tiempo que estamos viviendo.

Este sistema general da una idea muy clara de cómo actúa un sistema de control remoto:

El operador no actúa directamente sobre el dispositivo a controlar, sino que lo hace sobre un sistema que transfiere las órdenes al dispositivo. El dispositivo puede estar lejos del operador o bien cerca de él. Pero, en cualquier caso, la característica fundamental es que el operador no actúa directamente sobre el aparato a controlar.



La sonda Pioneer 10, se adentró en el espacio siguiendo una trayectoria próxima a los planetas, para enviar datos al respecto. Esta sonda estaba gobernada a distancia.

La interconexión entre el transmisor y el receptor o canal de comunicación puede ser el aire u otro medio físico. En el primer caso, como sistema de comunicación se utilizarán radiotransmisores, transductores ultrasónicos, rayos infrarrojos, etc. En el segundo caso se utilizarán un par de cables, fibras ópticas, etc.

Los dos grandes campos de aplicación de control remoto están en los aparatos de consumo y en el campo industrial.

En el campo de los aparatos de consumo son bien conocidos los mandos a distancia de los televisores, equipos de audio, etc. Y en juguetería para el manejo de coches teledirigidos, barcos, e incluso aviones. En los últimos años, el auge de los sistemas de alarma y protección de viviendas ha añadido al control remoto un nuevo impulso para su desarrollo.

En el sector industrial su aplicación es prácticamente infinita: desde control de procesos en ambientes peligrosos hasta la supervisión y control de procesos industriales desde puntos remotos.

CONTROL REMOTO EN LOS APARATOS DE CONSUMO

Los ultrasonidos y los sistemas de infrarrojos

Los aparatos de consumo suelen estar cercanos al operador, ello condiciona el método de control utilizado para cada uno de ellos.



Los mandos a distancia, como el que se observa en la figura, están preparados para gobernar receptores de televisión, magnetoscopios e incluso la gama de equipos audio. (Cortesía: Philips).

El sistema más práctico y más barato de transmitir órdenes a un dispositivo cercano, al cual no se le quieren conectar cables, es mediante la utilización de rayos infrarrojos, o bien mediante un enlace ultrasónico.

Si las instrucciones a enviar son del tipo todo o nada, o marcha-paro, bastará con emitir cuando se quiera mantener un estado, y dejar de emitir cuando se desee el estado

contrario en el equipo controlado. Este es el tipo de control remoto más simple que pueda existir.

Generalmente, este no es el caso de los aparatos domésticos. Por ejemplo, en el televisor además de encender y apagar el aparato, se puede controlar también el volumen, el color, el brillo, el canal, etc. Todo esto requiere un complejo sistema de codificación y de decodificación.

Cualquier intento de transmisión de varias señales de control por una misma línea implica un sistema de codificación, de señalización de dicha codificación y de multiplexado en el tiempo de la transmisión. Las técnicas digitales son las que, de una forma más sencilla, permiten la realización de este tipo de control remoto.

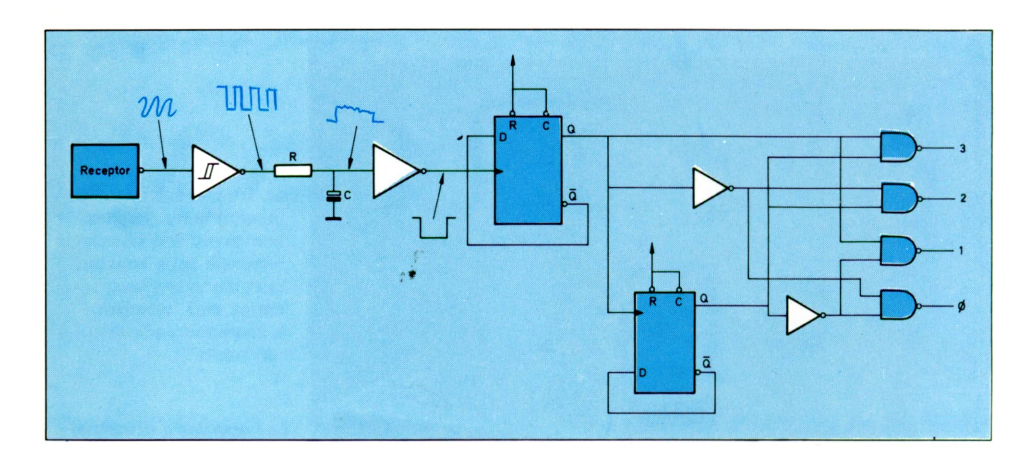


Figura 4. Esquema sencillo de un decodificador secuencial en el que intervienen dos básculas y varias puertas lógicas.

Se puede realizar un sistema de control remoto simple con varias órdenes, siempre que estas órdenes se desarrollen en una forma secuencial fija sin necesidad de tener un sistema de codificación en el transmisor. Para ello basta con disponer de un transmisor de ultrasonidos o de rayos infrarrojos del tipo todo o nada (transmisión/no transmisión) siempre y cuando en el receptor se disponga de un decodificador. En la figura 4 puede verse el decodificador. La onda recibida del transmisor se transforma en cuadrada (si no lo es) y se aplica a una red RC. La constante de tiempo de descarga de la red debe ser mucho mayor que el período de la señal cuadrada que llega. A su salida la onda

queda transformada en un pulso cuadrado, de longitud igual al tiempo de transmisión desde el receptor. Esta señal se hace pasar a través de un inversor del tipo disparador de Schmitt, que la deja totalmente cuadrada, tras ello se inyecta sobre un flip flop cuya salida es la señal de reloj de otro flip flop. Además de ser aplicada a un decodificador, la salida del segundo flip flop es asimismo inyectada al decodificador. Con dos líneas que fluctúan entre uno y cero se pueden



El aeromodelismo es una de las aplicaciones típicas de los telemandos, mediante radiocontrol.

obtener cuatro señales de control, las cuales pueden actuar sobre cuatro posibilidades de un dispositivo o sobre cuatro dispositivos diferentes. El único inconveniente es que las órdenes son secuenciales, es decir, siguen una sucesión lógica, al principio está activada la orden uno, a la primera emisión se activa la segunda (desactivándose la primera), a la siguiente la tercera, la cuarta y, al final, la primera otra vez.

Es imposible pasar de la primera a la tercera, o de la segunda a la cuarta sin pasar por los estados intermedios.

La forma de obtener varias órdenes diferentes no secuenciales consiste en asignar a cada orden un tren de impulsos determinado y diferente del de las otras órdenes.

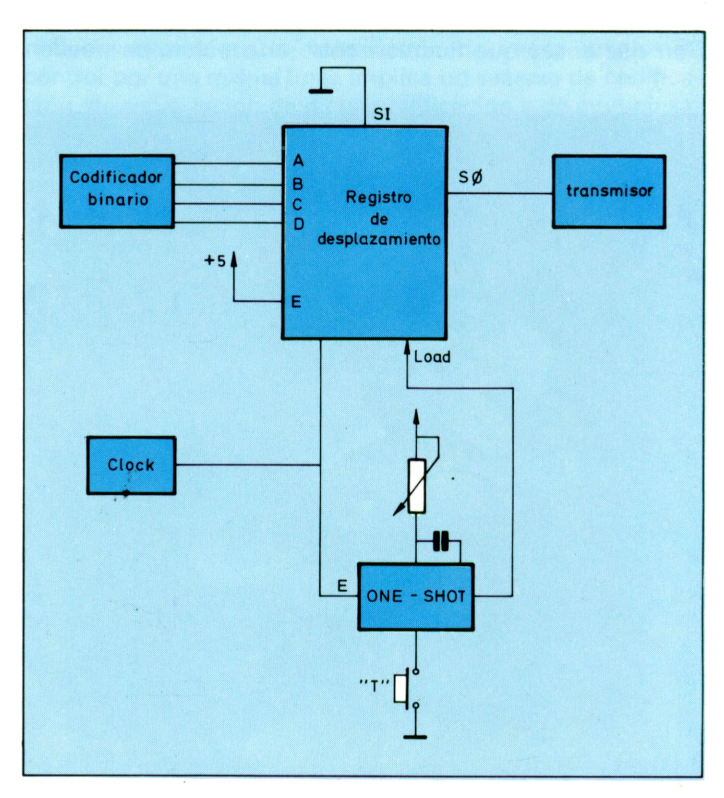


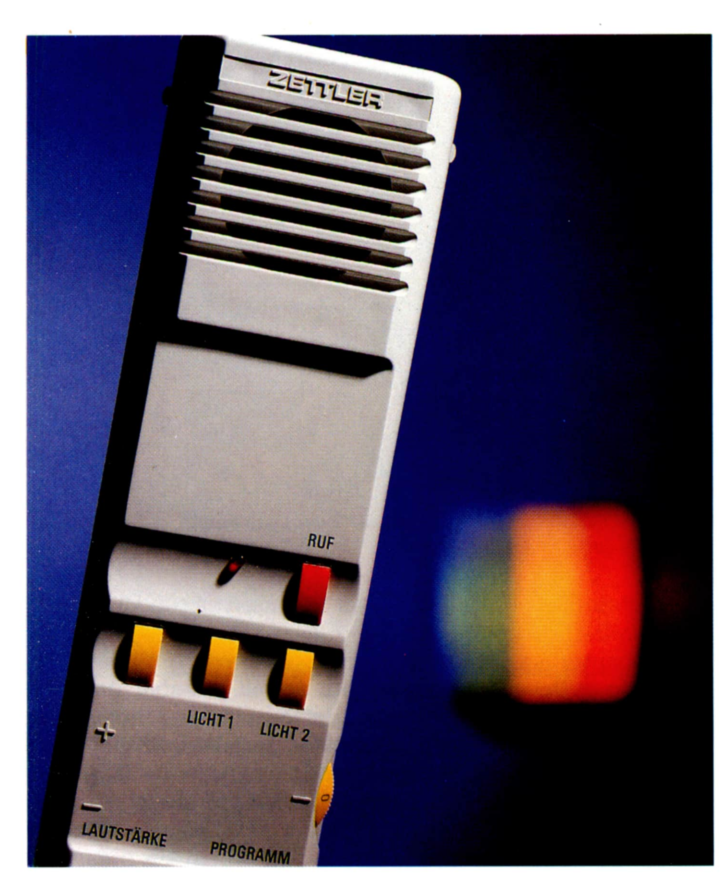
Figura 6. Codificador sencillo de varias órdenes en lógica discreta.

Una forma sencilla usando lógica discreta (integrados TTL de la serie 74 o bien CMOS de la serie 40) viene especificada en la figura 6. En ella se puede ver la existencia de un codificador binario de cuatro bits, que nos permite seleccionar entre dieciseis órdenes diferentes, un registro de desplazamiento con posibilidad de ser cargado en paralelo de cinco bits, un reloj, un circuito del tiro one/shot y un emisor.

El funcionamiento del codificador binario es como sigue:

Una vez que se ha preseleccionado la onda de transmisión en el codificador binario, se pulsa la tecla *T* (transmitir).

A la primera bajada de la señal del reloj, se genera a la salida del one/shot un pulso de duración fija, mucho más pequeña que la de reloj, que carga los cinco bits, cuatro del codificador binario más un fijo a nivel alto en el registro de desplazamiento. El próximo flanco de subida del reloj iniciará el desplazamiento de los bits cargados en el registro, que de esta forma son direccionados en serie hacia el emisor. Al cabo de cuatro golpes de reloj habremos terminado de enviar los cuatro bits.



Dispositivo de mando de cama para llamada de paciente en hospitales o residencias de ancianos. El diseño ergonómico y la facilidad de manejo son sus características principales. (Cortesía: Tettler).

Como puede observarse, la entrada serie del registro de desplazamiento se encuentra a masa, por lo que al quinto golpe de reloj se enviará un cero, es decir, a partir del sexto golpe de reloj no se envía nada. Todas las órdenes se inician con un pulso que hace las veces de bit de comienzo de orden (*start bit*).

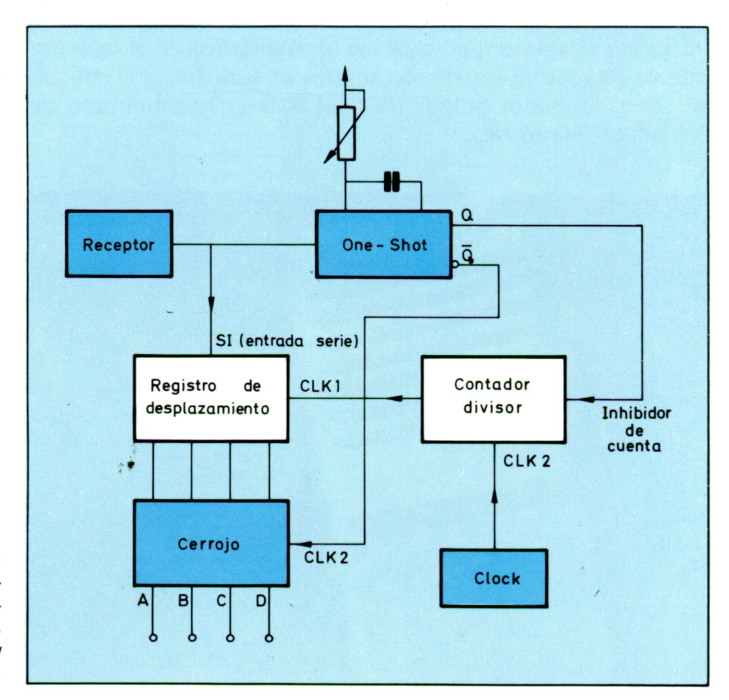


Figura 8. Esquema básico de un decodificador situado en el receptor para obtener señales de mando, emitidas por el circuito de la figura 6.

Esta descripción corresponde a un esquema sencillo de un transmisor-codificador.

El receptor se puede ver en la figura 8. El pulso de comando es llevado a un one/shot no redisparable, graduado de manera que la graduación del impulso de salida sea la de casi cinco bits. Una de sus salidas es llevada al inhibidor de conteo de un divisor. Por otro lado, la misma señal que va al one/shot es llevada a la entrada serie de un registro de desplazamiento.

Cuando llega el primer bit, o bit de inicio de orden, el

one/shot permite al contador divisor contar a una frecuencia de reloj determinada. La salida del contador divisor se lleva al reloj del registro de desplazamiento, que empieza a entrar los bits serie que le llegan por la entrada SI. Antes de que acabe el cuarto bit, el one/shot conmuta su estado de salida e inhibe el contador divisor. Por otro lado, su salida complementaria está ligada al reloj de un cerrojo, el cambio de estado del one/shot produce un cambio de estado en esta línea que permite que el cerrojo recoja los datos de salida del registro desplazamiento. La salida de éste se puede aplicar a un decodificador de cuatro a dieciséis, con lo que tendremos dieciséis posibles órdenes.

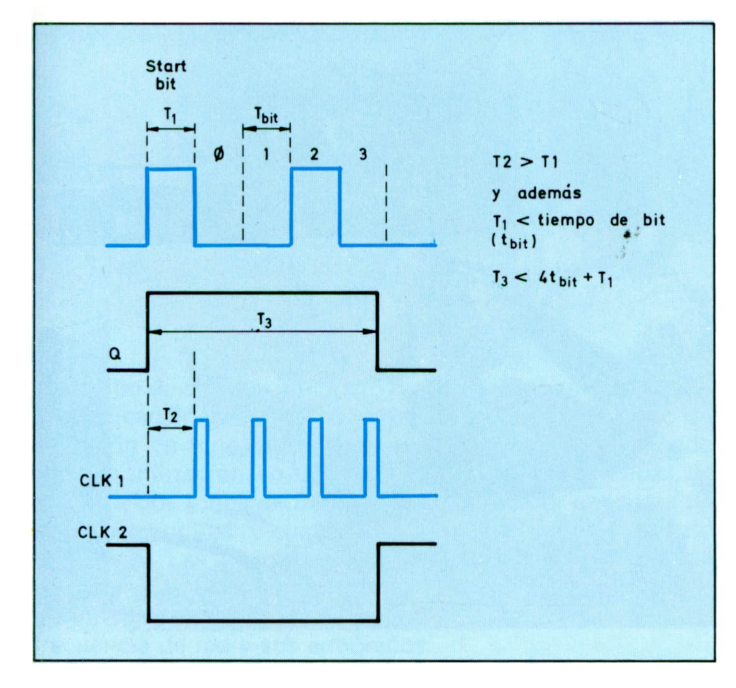


Figura 9. Diversas formas de onda tomadas en varios puntos del esquema presentado en la figura 8.

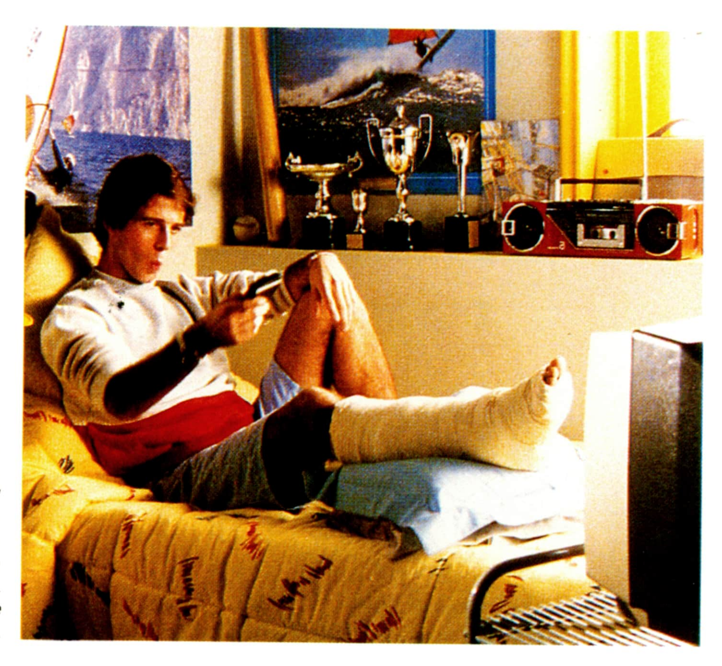
Una posible aplicación de este dispositivo podría ser la de controlar un motor. Si las cuatro salidas del cerrojo las pasamos por un convertidor digital-analógico obtendremos dieciséis niveles de tensión a la salida, con lo que podemos conseguir dieciséis velocidades diferentes del motor.

En este último ejemplo las velocidades del motor serían a «saltos».

Sistemas que requieren varias señales de control y cada una de ellas con variaciones no bruscas

El mando de equipo no siempre es sencillo, en ocasiones basta una única señal de control pero en otros pueden necesitarse varias.

En el ejemplo anterior el motor salta bruscamente de una velocidad a otra, mientras que podría llevarse a cabo un control continuo con solo dos mandos: uno que diera «mayor velocidad» y otro que diera «menor velocidad»; con la tecnología TTL esto no es difícil de conseguir, pero se aumenta enormemente la complejidad del sistema a medida que aumentamos las órdenes de este tipo.



Los mandos a distancia de los televisores resultan muy prácticos, sobre todo para casos como el expuesto. El enfermo puede seleccionar a voluntad los programas preferidos en su televisor, sin necesidad de levantarse de la cama.

Por ello, con la introducción de la tecnología LSI, las grandes casas de microelectrónica se aplicaron a la búsque-

da de circuitos integrados capaces de realizar todas las funciones requeridas, tanto en la codificación y transmisión como en la decodificación y recepción. Estos integrados son asimismo capaces de manejar los teclados de mando.



Los últimos avances en televisión, como este receptor totalmente digital, también pueden ser controlados a distancia por medio de mandos infrarrojos, ultrasónicos, etc.

Un tipo de circuito integrado que puede ser utilizado para la codificación y emisión de varias órdenes es el llamado de selección de tono por teclado. En su origen fue diseñado para su utilización en telefonía. Es un integrado capaz de producir dos tonos de frecuencia distintos por cada una de las cuatro por tres (o cuatro por cuatro) teclas de un aparato telefónico. Las frecuencias de los tonos se eligieron de manera que evitaran al máximo los disparos espúreos producidos por los armónicos, así como para evitar la frecuencia de red y sus armónicos.

Cada línea del teclado dispone de una frecuencia del grupo llamado bajo, y cada columna de otro del tipo llamado alto. Así por ejemplo, a la línea de teclas 1, 2, 3, le corresponde la frecuencia de 697 Hz. A la línea del 4, 5, 6, le corresponde 770 Hz, 852 Hz a la siguiente, y 941 Hz a la última. A la columna del 1, 4, 7, *, le corresponde el tono de 1.209 Hz, a la siguiente 1.336 Hz y por último 1.477 Hz.

Cuando se pulsa, por ejemplo, la tecla del dos, se generan las frecuencias 697 Hz y 1336 Hz.

El uso de dos tonos separados en el sistema de transmisión lo hace prácticamente inmune al ruido y además permite la decodificación de todas las órdenes.

Uno de estos integrados es el MC 14410 de Motorola. Internamente dispone de un oscilador comandado externamente por un cristal de 1 MHz, del cual derivan todas las frecuencias de los tonos por división. Entre otras ventajas

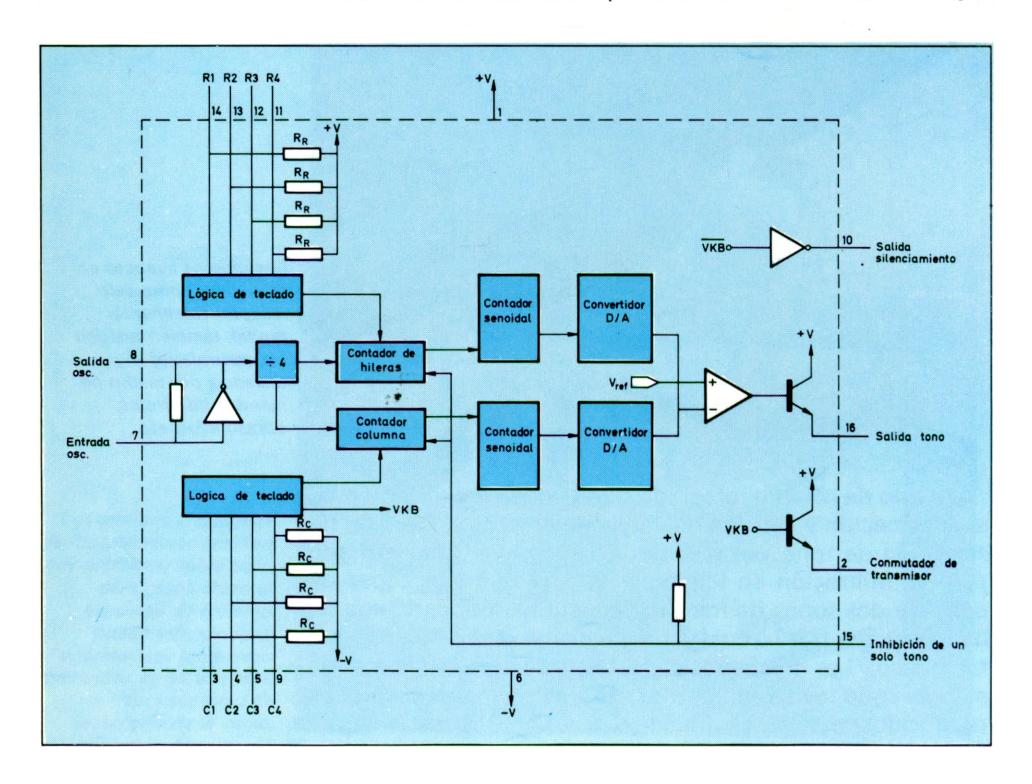


Figura 12. Configuración interna del MK 5087, generador de tonos de Mostek.

dispone de un cerrojo que evita la generación de las frecuencias cuando son pulsadas dos teclas al mismo tiempo. Además de todas las frecuencias anteriores, es capaz de generar una frecuencia de más de 1.633 Hz, lo que le da capacidad para comandar dieciséis órdenes diferentes.

El dispositivo está fabricado en tecnología CMOS, lo que

le confiere una alta inmunidad al ruido y un bajo consumo de energía, y además se le puede alimentar con 5 V, lo que lo hace compatible con el TTL.



Moderno diseño de mando por control remoto «slim line», capaz de actuar con los televisores y videos de la gama Philips.

Otro de estos integrados es el MK 5087 que, a diferencia del anterior, realiza internamente la suma de los tonos de frecuencia. También puede usar un cristal oscilador de 3,58 MHz, que es el normalmente usado en el oscilador de la subportadora de color de los televisores, lo cual hace que sea barato. En este caso, los tonos no tendrían exactamente las frecuencias especificadas para el caso del MC 14410, pero su diferencia en tanto por ciento no sobrepasa en ningún caso el $\pm 0{,}75$ %, lo cual hace que siga funcionando perfectamente.

Otro de estos decodificadores es el MM 5312, de National Semiconductor, que también usa un cristal de 3,579545 MHz y es capaz de producir cuatro grupos de frecuencias altas y cuatro grupos de frecuencias bajas.

Los decodificadores utilizados pueden ser de dos tipos:

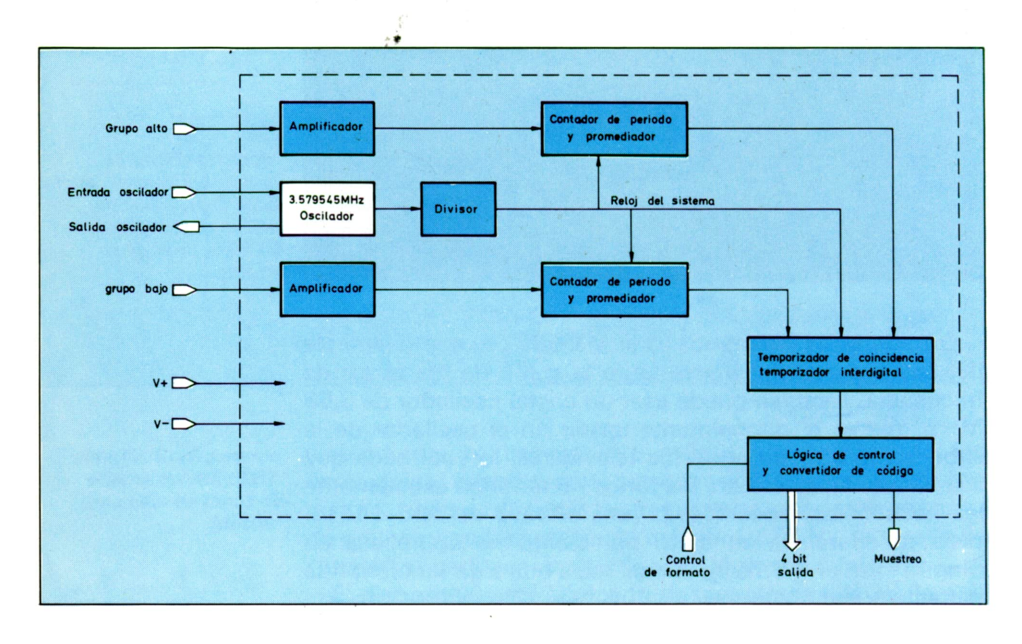
— Filtros sintonizados a las frecuencias de los tonos, normalmente filtros activos.
— PLL (Phase/Locked Loop, bucle de enganche de fase).

Normalmente, los filtros suelen ser difíciles de ajustar y también de diseñar, por lo que son desechados. Entre los PLL, el más usado es el decodificador de tono 567, de National Semiconductor.

El 567 consta de un oscilador controlado por tensión, un detector de fase, un detector de cuadratura de fase y de una salida en colector abierto. Mediante componentes externos pasivos del tipo RC (resistencias-condensadores) podemos sintonizar la frecuencia central de oscilador del VCO, el ancho de banda de detección y el retardo de la salida.

Una red RC permite establecer la frecuencia central de oscilación, y un par de condensadores permiten ajustar el ancho de banda y el retardo de la salida. El retardo de la

Figura 14. Diagrama de bloques del decodificador de tonos MK 5102, de Mostek.



salida se pone para evitar que el ruido lo dispare. La señal que saca es o «cero» en el caso de detección, o flotante en el caso de no detección, por lo tanto, será necesario colocar una resistencia a la alimentación para tener un «uno», en el caso de no detección.

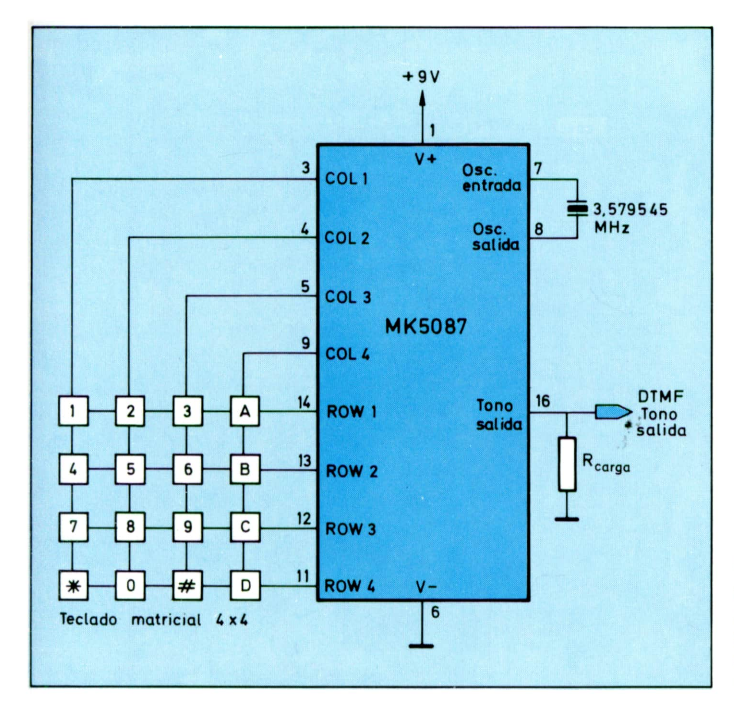
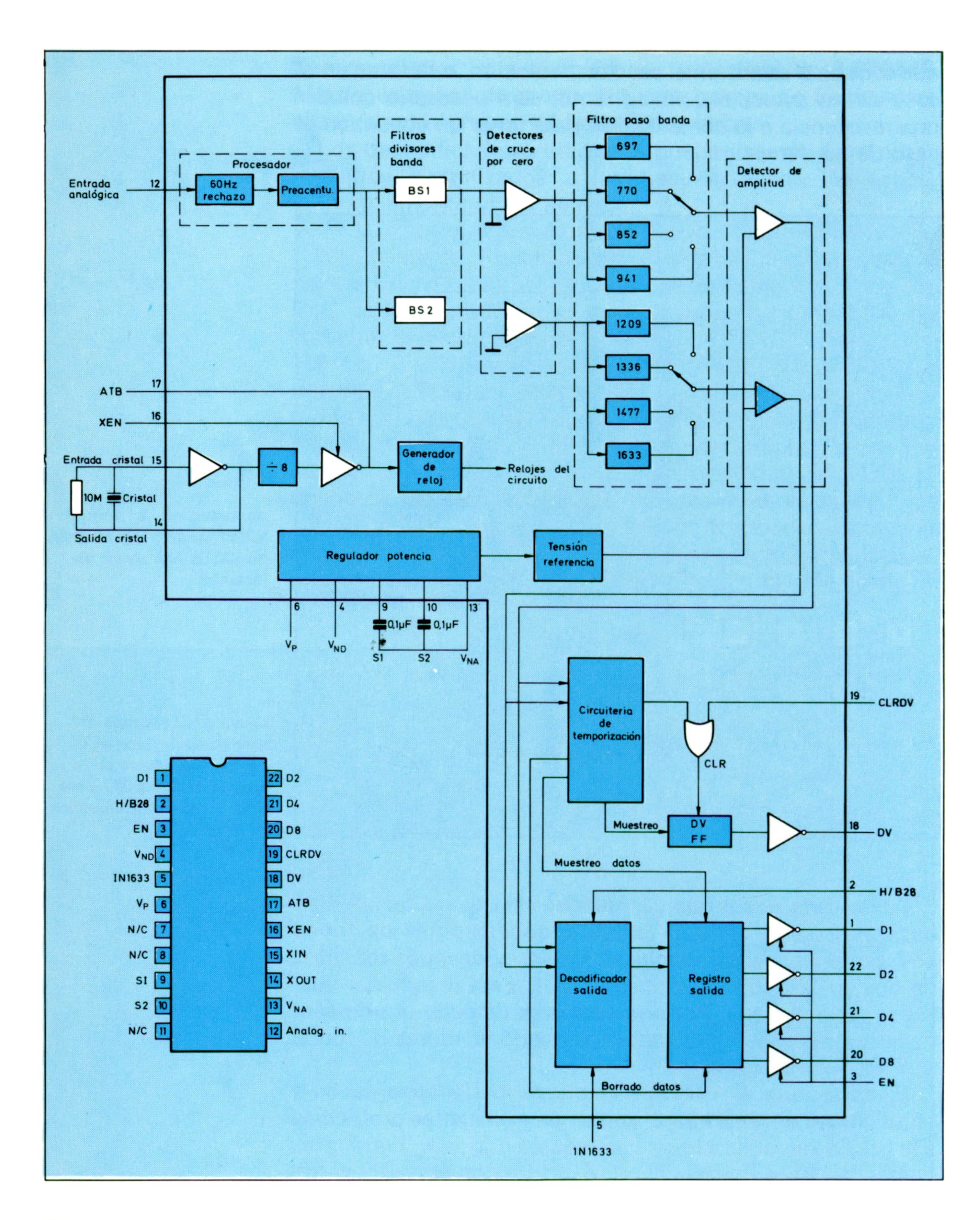


Figura 15. Esquema del conexionado necesario que precisa desde el exterior el MK 5087 para su uso como codificador de tono.

Como cada dos tonos decodifican una de las teclas, será necesario poner primero tantos decodificadores de tonos 567 como frecuencias emita el emisor, y después reunirlos de dos en dos con unas puertas NOR para determinar cuál fue la tecla pulsada. Por ejemplo: para detectar el uno será necesario que estén activados los decodificadores de tonos 697 Hz y 1.209 Hz.

Mientras que el LM 567 funciona perfectamente bajo condiciones de laboratorio, suele tener bastantes problemas a la hora de su utilización en ambientes ruidosos. Entre otras cosas, se hace necesario el uso de condensadores de



Entrada analógica
12
Procesador
60Hz rechazo
Preacentu.
Filtros divisores banda
BS1
BS2
Detectores de cruce por cero
Filtro paso banda
697
770
852
941
1209
1336
1477
1633
Detector de amplitud
ATB
17
XEN
16
Entrada cristal 15
10M
Cristal
14
Salida cristal
÷ 8
Generador de reloj
Relojes del circuito
Regulador potencia
Tensión referencia
6
4
9
10
13
0,1µF
0,1µF
V_P
V_{ND}
S1
S2
V_{NA}
Circuiteria de temporización
19
CLRDV
CLR
Muestreo
DV FF
18
DV
Muestreo datos
2
H/B28
Decodificador salida
Registro salida
1
D1
22
D2
21
D4
20
D8
3
EN
Borrado datos
5
1N1633
D1 1
H/B28 2
EN 3
V_{ND} 4
IN1633 5
V_P 6
N/C 7
N/C 8
SI 9
S2 10
N/C 11
22 D2
21 D4
20 D8
19 CLRDV
18 DV
17 ATB
16 XEN
15 XIN
14 X OUT
13 V_{NA}
12 Analog. in.

policarbonato (condensadores de alta estabilidad con la temperatura y bajas pérdidas), y además resistencias de precisión del uno por ciento. Una alternativa a este sistema es el circuito integrado de Mostek, MK 5102, denominado «receptor de tono». Lo único que requiere este integrado son dos filtros capaces de separar las frecuencias del grupo alto y también del grupo bajo. Para ello se utilizan filtros híbridos de banda pasante, dos de cuyos modelos son los de ITT 3044 y 3045.

Figura 16. (Página de la izquierda). Diagrama de bloques y patillaje externo del dispositivo integrado MSD 3201 de ITT, usado como receptor/decodificador de tono.

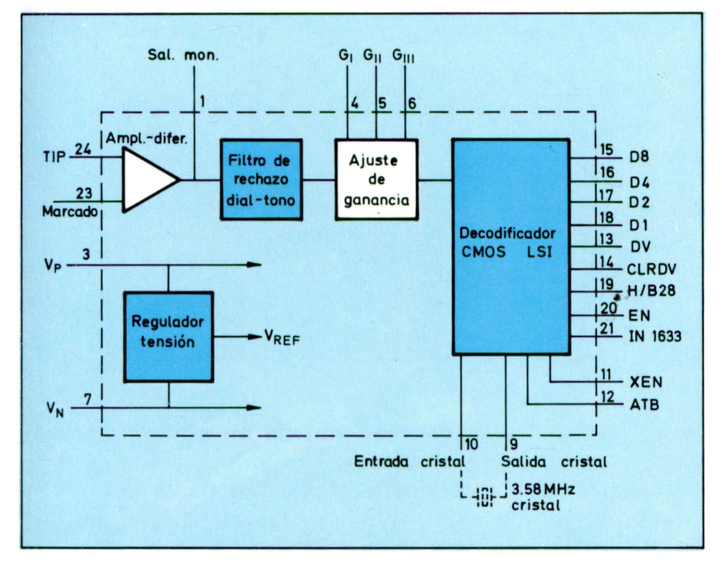


Figura 17. Diagrama de bloques del circuito híbrido MSD 3210 de ITT que hace las funciones de receptor/decodificador de tonos.

Recientemente han aparecido un par de circuitos integrados híbridos de ITT, el MSD 3210 y el MSD 3201, que sacan directamente el código de cuatro bits de una forma directamente compatible con lógica CMOS. Ambos tienen protegidas sus entradas con ± 200 V y una impedancia balanceada diferencial de 600 kΩ (figura 16).

El circuito cerrado de televisión: Una ampliación del ojo humano

El propósito del circuito cerrado de televisión (CCTV) es el

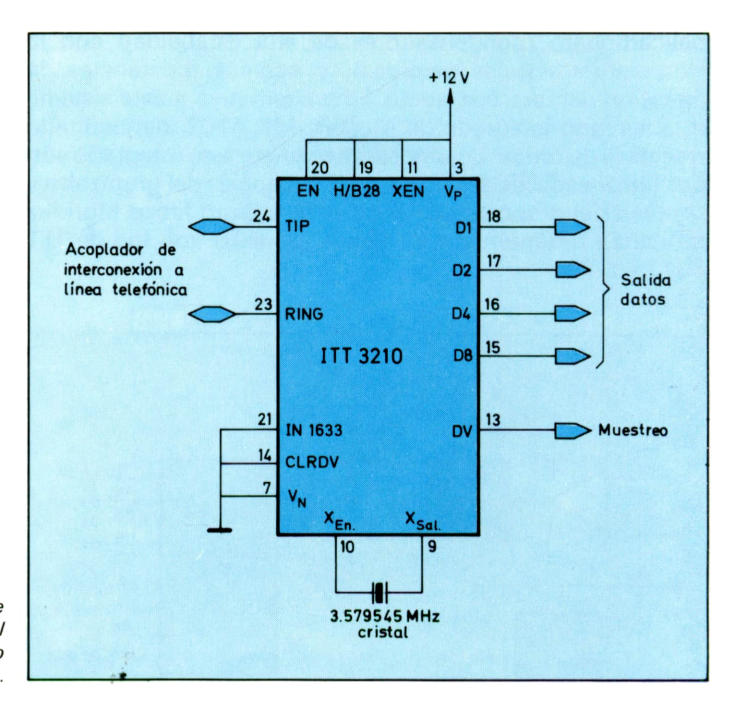


Figura 18. Diagrama de conexionado externo del dispositivo integrado MSD 3210.

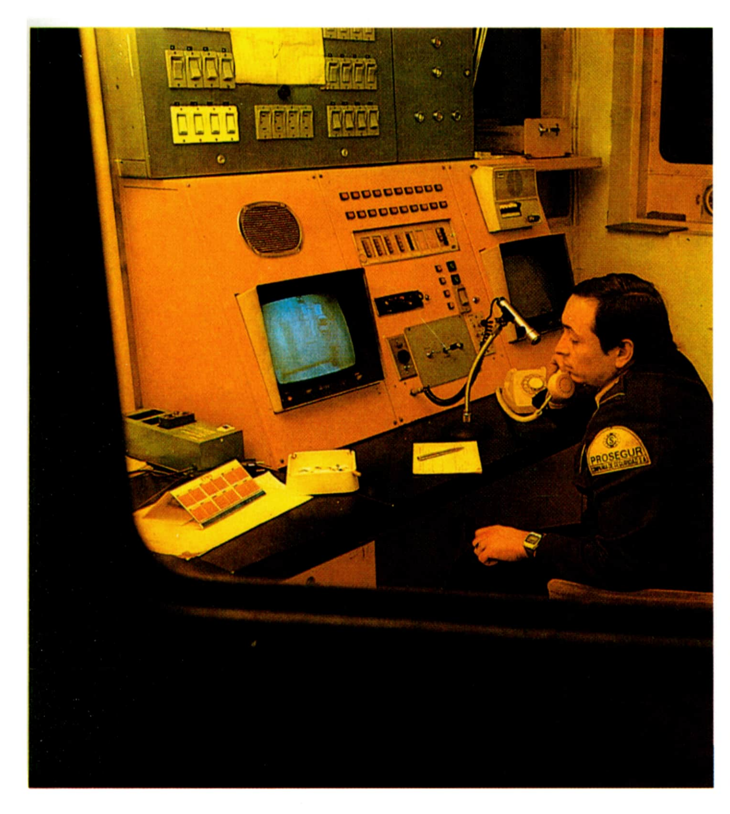
de aumentar o extender la visión de un ser humano por encima de sus límites naturales.

Nuestros ojos responden al espectro de la luz visible (longitudes de onda 400-600 nm) y el primer área donde la CCTV puede ampliar nuestra capacidad de ver estriba en extender este espectro hacia longitudes mayores. Sea en el espectro de infrarrojos cercanos (600-800 mm) como es el caso de los vidicones de silicio con o sin intensificadores de imagen, sea en el espectro de infrarrojos lejanos (8-14 nm) con la utilización del tubo Pyricon, sensible a imágenes térmicas; la conversión de estas imágenes, invisibles al ojo humano, en señales eléctricas que por fin se presentan sobre un monitor de CCTV, permite ver lo que de otra forma sería invisible.

La cámara de CCTV puede ubicarse en ambientes donde el hombre no puede, o no debe, permanecer, como es el caso del interior de hornos industriales de acero o de cemento; ambientes con altos niveles de radiación nuclear o fábricas

de material explosivo o de productos químicos venenosos.

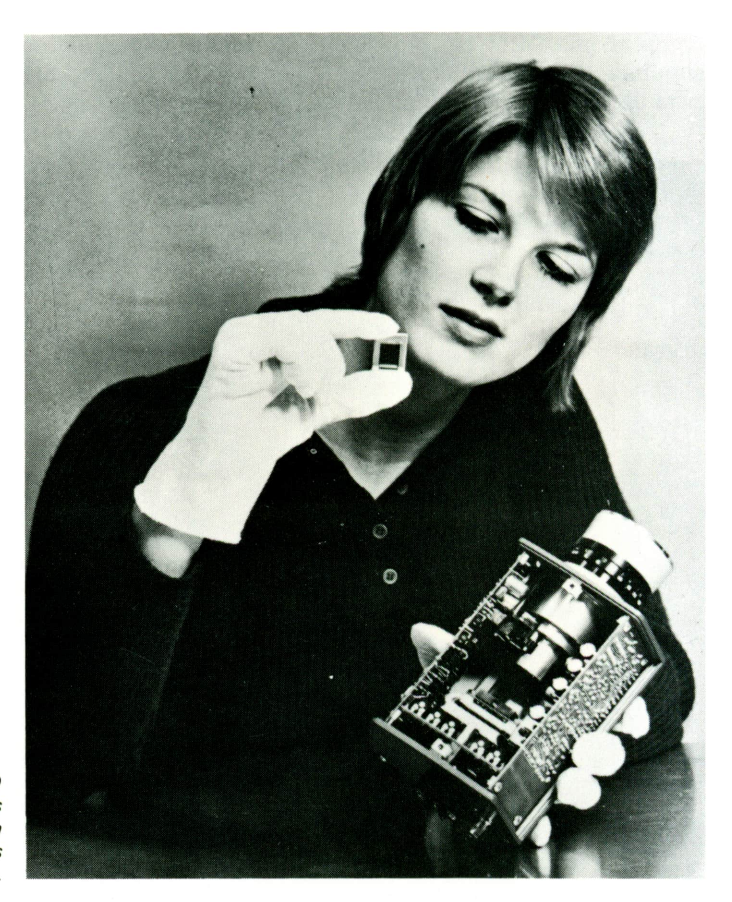
La sensibilidad de la cámara de CCTV puede ser mayor que la del ojo, permitiéndonos ver escenas cuya iluminación es inferior a la necesaria para ser detectada por nuestra visión directa. También mediante la utilización de distintas cámaras de CCTV es posible «estar» en varios sitios simultáneamente, multiplicando la capacidad del hombre para vigilar y/o controlar distintos procesos a la vez.



Los sistemas de seguridad utilizan con profusión la técnica del circuito cerrado de televisión que permite centralizar la vigilancia con varias cámaras y monitores. Suelen estar dotados a sí mismo por diversos y variados sistemas de control remoto.

Mediante la incorporación de ópticas distintas es posible aumentar, tanto en distancia como en ángulo de captación, nuestro poder visual. Con los teleobjetivos de mayor distancia focal es posible hasta leer la matrícula de un vehículo a más de tres kilómetros. En cambio, con ópticas de

distancia focal muy corta, o sea, grandes angulares, podemos ver una escena de más de cien grados de apertura para aplicaciones de control y seguridad.



El uso de cámaras CCD es hoy día cada vez más extendido. En la fotografía puede verse una de estas cámaras desmontada.

Actualmente existe una amplia gama de elementos y equipos con los cuales el diseñador de sistemas de CCTV puede confeccionar combinaciones para una multitud de aplicaciones. Es nuestro propósito realizar un breve resumen de estos elementos para obtener, procesar y archivar las escenas visualizadas mediante sistemas de CCTV.

Aplicaciones más utilizadas de los sistemas de CCTV

Como complemento para la identificación en controles de acceso: Centros de proceso de datos y área restringida dentro de los mismos, zonas de ejecutivos, archivos, laboratorios de investigación, áreas en las que por diversas circunstancias sólo se permite la estancia a un limitado número de personas, cámaras acorazadas, almacenes de materiales químicos, explosivos, etc.



Una aplicación de los circuitos cerrados de televisión dedicados a la observación médica de pacientes y al control de tratamientos a base de radiaciones, RX, radioterapia, etc., que pueden seguirse desde salas contiguas. (Cortesía: CGR).

Control de movimiento dentro de recintos cerrados: Zonas de almacenamiento, carga y descarga, patios de operaciones de grandes centrales bancarias, salas de juego, museos, hospitales, supermercados, recintos penitenciarios, pasos de controles de seguridad, aeropuertos, etc.

Apoyo a la protección perimetral, dada su utilización tanto en visión diurna como nocturna (bajo nivel de luz), permitiendo así la verificación inmediata de las alarmas detectadas por los sistemas electrónicos de seguridad. Situación ésta que permite tomar una rápida decisión sobre la actuación que se debe llevar a cabo, según sea la naturaleza de la alarma producida.

La aplicación de la CCTV no es solamente para el perímetro sino también para el recinto que abarca el mismo, al igual que sus accesos.

Area de almacenamiento al aire libre de materias primas o de productos terminados, zonas de tanques de combustibles, transformadores de energía para el abastecimiento de la propia industria, áreas próximas a los edificios principales de almacenamiento o de cualquier zona que se considere de seguridad.



En la industria se controlan muchos procesos por computador, y los datos recogidos se plasman en la pantalla TRC y desde allí, por circuito cerrado, se pueden llevar a cualquier punto ejecutivo de la empresa. (Cortesía: Philips).

Utilización de la CCTV en los procesos industriales:

— En la industria química.
— En la siderurgia.
— Refinerías de petróleo.
— Centrales térmicas.
— Industrias del vidrio.
— Centrales nucleares.
— Minería.
— Cementeras.

Su aplicación en el transporte:

Control del tráfico en las ciudades y sus vías de acceso, túneles, nudos de comunicaciones, aparcamientos, terminales de autobuses, estaciones de ferrocarril urbano, cocheras, etc.

Aunque existen muchos más campos de aplicación, estos son los principales, y dan una idea sobre la versatilidad de estos dispositivos.

EL MICROPROCESADOR EN EL CAMPO DEL CONTROL REMOTO DE CONSUMO

El campo del consumo tiene la ventaja de su producción en masa. Por ello, los grandes fabricantes de los circuitos integrados han desarrollado microprocesadores específicos para el control de los aparatos domésticos. Estos desarrollos incluyen en un chip la ALU (Unidad Aritmética Lógica), RAM, ROM y decodificador de instrucciones. Mediante máscara se programa la ROM. Estos dispositivos son capaces de controlar el teclado, el visualizador y diversos



Mando a distancia dispuesto para gobernar con comodidad todas las funciones de un televisor.

componentes de los equipos de consumo, como son los PLL, los circuitos de sintonía, etc. Algunos de ellos son auténticos procesadores analógicos vistos desde el exterior. Así por ejemplo, Motorola ha desarrollado todo el control de un televisor en blanco y negro en un solo chip. National desarrolló su serie COP 400 para este tipo de aplicaciones.

Hay muchos fabricantes que, bajo demanda, desarrollan chips específicos para los productores de electrónica de consumo.

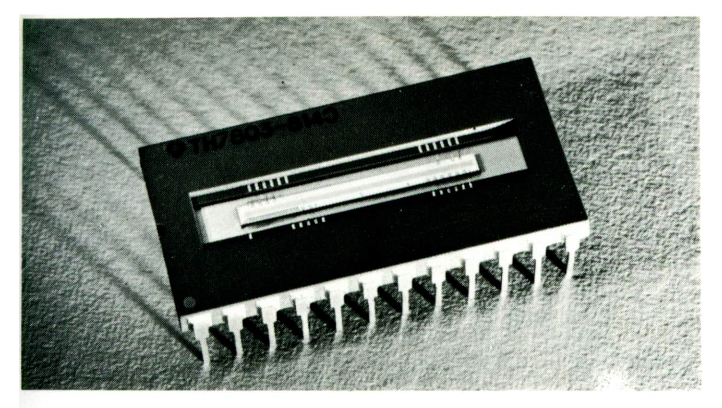


La posibilidad de trabajar con teletexto abre una nueva vía a los mandos a distancia, ampliando las posibilidades de los televisores dotados de los oportunos decodificadores.

TELEMANDO Y TELEMEDIDA EN SISTEMAS INDUSTRIALES

Los antiguos sistemas de control remoto utilizados en la industria base de selectores rotativos, han sido desplazados por la moderna tecnolología electrónica en la que todos los elementos son estáticos y no existe el desgaste mecánico.

Los sistemas utilizados para la transmisión de las órdenes de mando y de las medidas pueden ser de tres tipos:

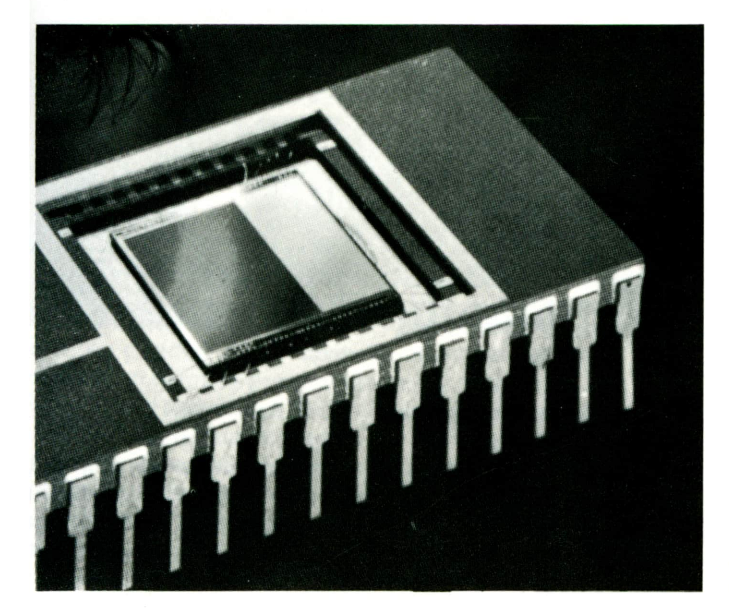


Circuito integrado CCD empleado para trabajar en detección lineal.

— Analógicos.
— Codificados.
— Cíclicos.

Los analógicos a su vez se subdividen en:

— Modulación en frecuencia.
— Modulación en fase.
— Modulación en impulsos.



Circuito integrado CCD para detección en dos direcciones.

Los impulsos a su vez se puede dividir en:

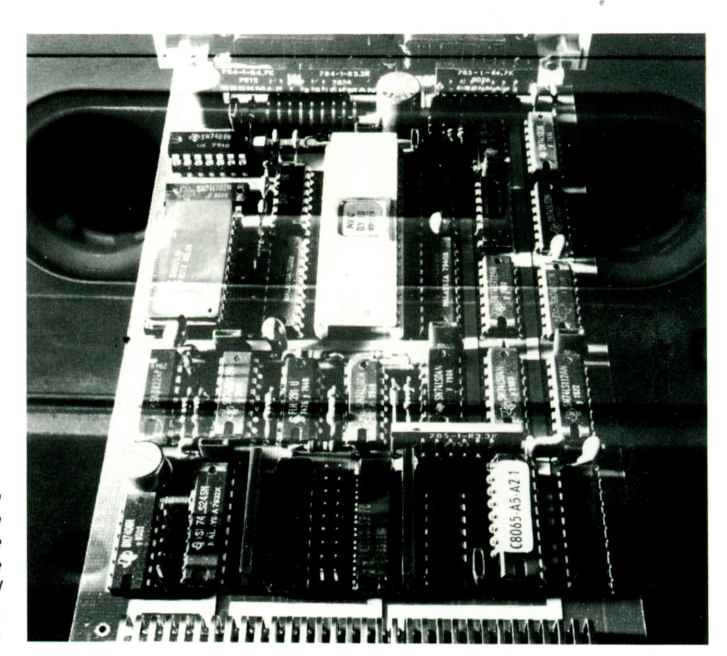
— Modulación de la frecuencia de los impulsos.
— Modulación de la posición de los impulsos.
— Modulación de duración de los impulsos.

Los codificados pueden dividirse en:

— Telemedidas digitales binarias.
— Telemedidas digitales no binarias.

Los cíclicos a su vez se dividen en:

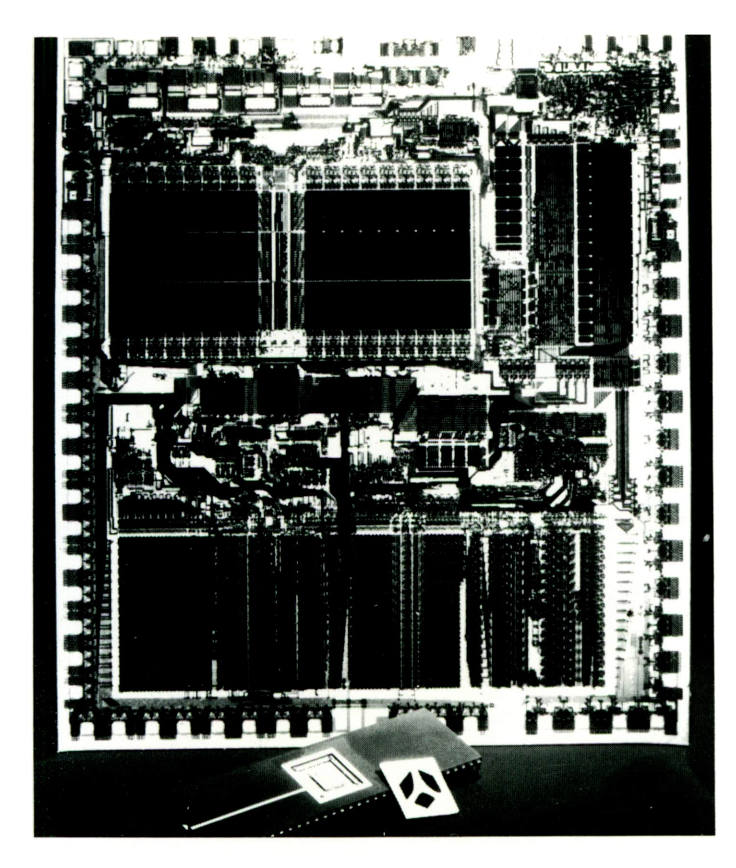
— Analógicos.
— Digitales.



Aquí se observa una tarjeta o placa que efectúa funciones lógicas o de control analógico, de aplicación en control remoto industrial. (Cortesía: Siemens).

Telemedidas analógicas

Mediante un transductor o captador se convierte la magnitud a medir en una corriente proporcional. Dicha corriente es la señal a transmitir. Si se utiliza el sistema de modulación en frecuencia, la corriente es transformada en una variación de frecuencia proporcional. La frecuencia

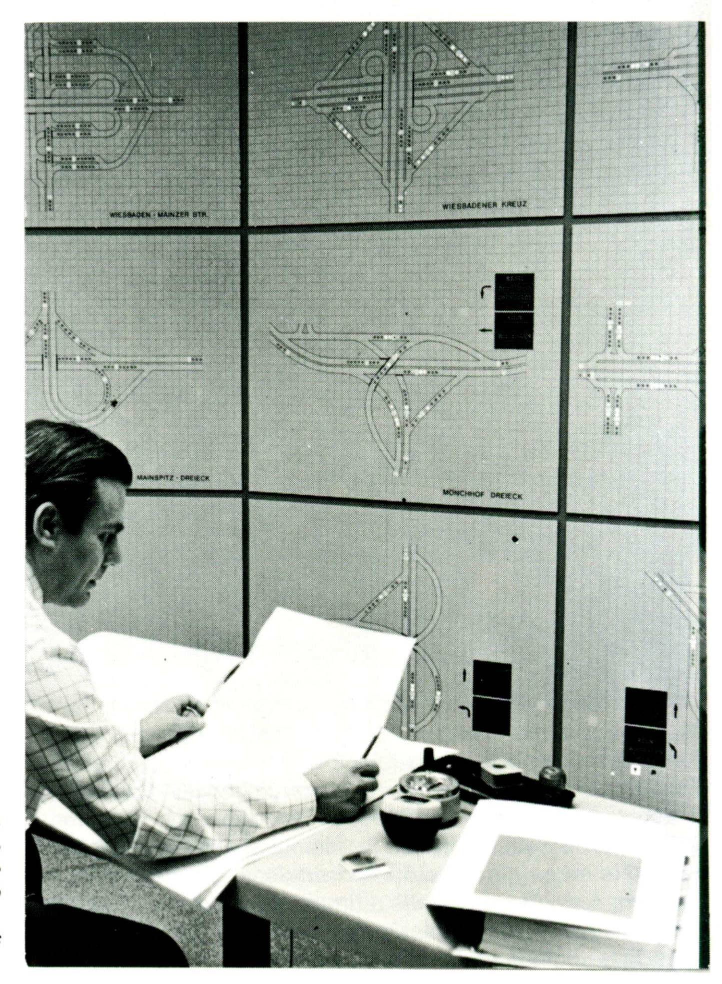


Los circuitos de memoria y los microprocesadores en general, están formados por una multitud de puertas lógicas, básculas, amplificadores operacionales, etc., todo ello en unos pocos milímetros cuadrados.

resultante $f=f_0 \pm \Delta f$, es transmitida o bien se transforma en una variación de fase proporcionada a la corriente, y es emitida como una modulación de fase.

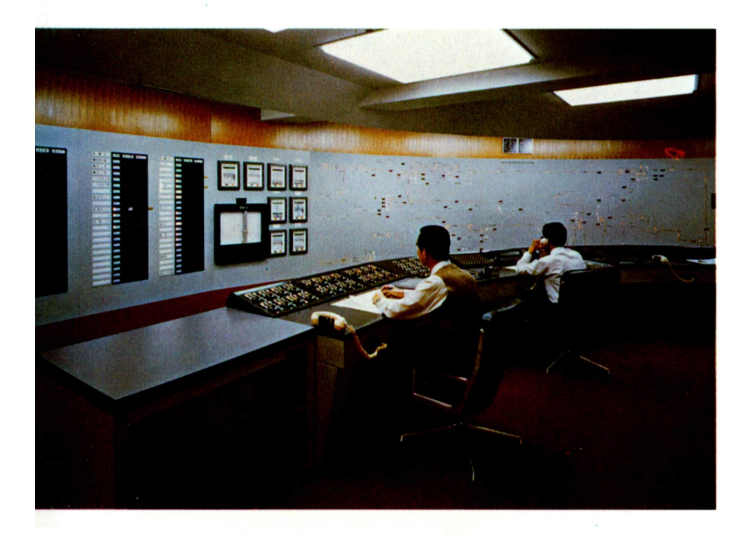
La corriente obtenida también puede ser muestreada, es decir, se pueden tomar diversas muestras del valor de la corriente en tiempos preestablecidos, y obtener así una señal discreta en el tiempo (es decir, sucesivos puntos de la señal); si estos puntos de muestreo se escogen de la manera adecuada, la señal original es fácilmente reconstruible. A esto se le llama modulación de impulsos. Entonces, en vez de emitir toda la señal transmitimos muestras de la señal y, mientras que en la modulación continua algún parámetro de la onda modulada varía continuamente con el mensaje, en la

modulación de impulsos algún parámetro de cada impulso es modulado por un valor del mensaje. Generalmente los pulsos son lo suficientemente cortos comparados con el tiempo entre ellos, que se puede considerar que en la mayor parte del tiempo no existe transmisión. Esto añade una gran ventaja a este sistema de modulación, y es que en el tiempo entre pulsos se pueden incluir valores muestra de otros mensajes, con lo que un canal de comunicación permite el



Panel de control de carreteras en donde se refleja la situación de cada zona clave, incluso la densidad de circulación, para ejercer los oportunos controles.

paso de varios mensajes a la vez. Este multiplexado en el dominio del tiempo se denomina *Multiplexado por Division en el Tiempo* (TDM). Por tanto, más que una modulación esta técnica es un proceso del mensaje.



Los grandes centros de control industrial tienen normalmente el aspecto que puede verse en la fotografía.

Telemedidas codificadas

En otros casos, el valor de la corriente continua proporcionada por el transductor es pasado por un conversor analógico-digital que lo transforma en un código binario. El código es entonces transmitido en la forma adecuada.

Telemedidas cíclicas

Cuando hay varias magnitudes a medir, lo que se hace es enviar las medidas una detrás de la otra hasta completar el ciclo, iniciándose de nuevo el mismo. En general el sistema utilizado es el digital, es decir, el consistente en transformar la señal en digital y luego transmitirla.

SISTEMAS LOCALES DE ALARMA Y VIGILANCIA

Normalmente, son sistemas dedicados a la protección de



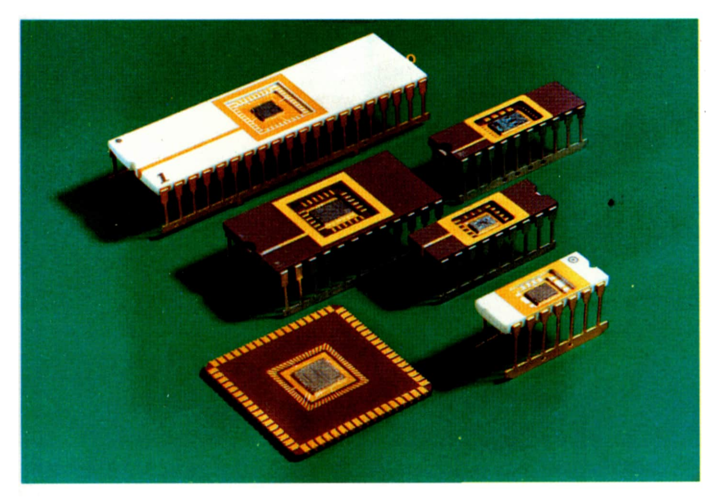
Centro «dispatching» de una central eléctrica. A la derecha pueden verse los diferentes módulos de control.

las propiedades o bien a la supervisión de máquinas aisladas, que pueden ser afectadas por perturbaciones externas y en las que sólo se miden los pasos por unos umbrales preestablecidos.



Sistema de control instalado en algunos aeropuertos. Está hecho a base de paneles indicadores o monitores que señalan todas las incidencias de interés para los viajeros.

La señal que proporciona es dirigida hacia un avisador acústico y hacia otro luminoso, siendo posible inhibir el avisador acústico, mientras que el luminoso no desaparece mientras no lo haga la causa de la alarma. En general, un sistema de esta naturaleza dispone de varias entradas capaces de activar el sistema. A cada una de ellas se adapta un captador (de humos, de vibración, de luz, etc.) que es el periférico que activará los avisadores. La característica fundamental es que su campo de actuación es relativamente limitado, además de ser equipos sumamente universales. Por lo general, cuando se construyen no se incluyen en ellos el tipo de captadores, los pondrá el usuario final para facilitar así una mayor universalidad.



Conjunto de microprocesadores de grandes prestaciones, de aplicación en telecomunicaciones. (Cortesía: ITT).

Entre otras funciones pueden ejercer el control de temperaturas en grandes edificios, detección de incendios y fugas de gases, vigilancia del correcto funcionamiento de las máquinas, protección de operarios frente a partes móviles de las máquinas, supervisión de gaseoductos, control fluvial, control del tráfico urbano, señalización, vigilancia forestal, etc.

Hoy en día la tecnología del procesador también se está aplicando a este tipo de unidades.

Como ejemplo vamos a explicar el fundamento de una central de televigilancia con microprocesador.

El sistema estará compuesto de una unidad central y de una serie de unidades periféricas a la misma. Una línea bifiliar comunica la estación central con el resto de las periféricas, es decir, las estaciones remotas «cuelgan en paralelo» de la línea de comunicación. La secuencia se inicia con la emisión de un carácter de la estación central, que coloca cada terminal en el modo «escucha». Las siguientes emisiones de la central conllevan un carácter que especifica el número de terminal al cual va dirigida la petición de la información. Las estaciones no seleccionadas se inhiben de la línea, mientras que la seleccionada entra sus datos a la central. Entre otras cosas transmite el código propio de este terminal.



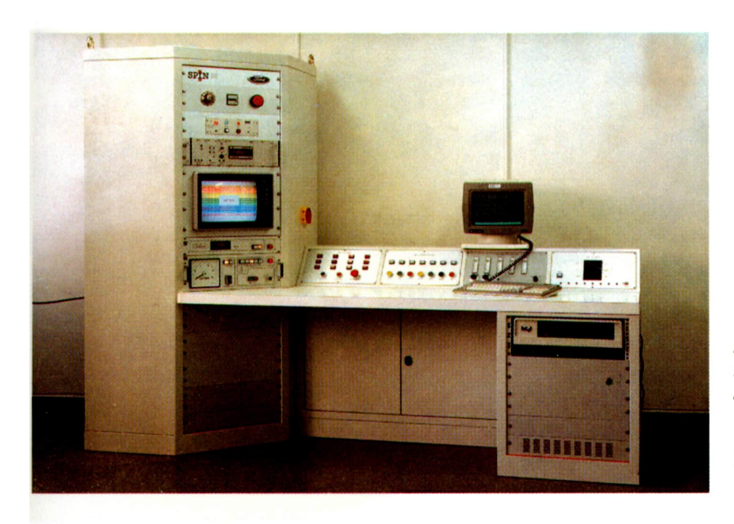
La robotización de las cadenas de producción lleva consigo una automatización de las funciones y la posibilidad de gobernar a distancia todo el proceso industrial. (Cortesía: DEA).

La estación central tiene como misiones fundamentales las que se describen a continuación:
- Exploración de cada una de las remotas.
- Percepción y detección de errores.
- Almacenamiento de la información recibida.
- Presentación de la información recibida.

Para evitar errores en la transmisión, ésta se lleva a cabo mediante impulsos codificados de corriente en forma diferencial, esto es, sobre un nivel preestablecido y midiendo la diferencia entre un nivel alto y el bajo. Cualquier espúrea hará subir tanto el nivel de cero como el nivel de uno, y por tanto no aceptará el bit leído.

SISTEMAS CENTRALIZADOS INDUSTRIALES

La misión fundamental de este sistema es la captación y tratamiento de una serie de variables analógicas y digitales, correspondientes a uno o varios procesos, que evolucionan en zonas más o menos extensas y que se desean controlar. Esta labor de centralización de la labor se complementa con



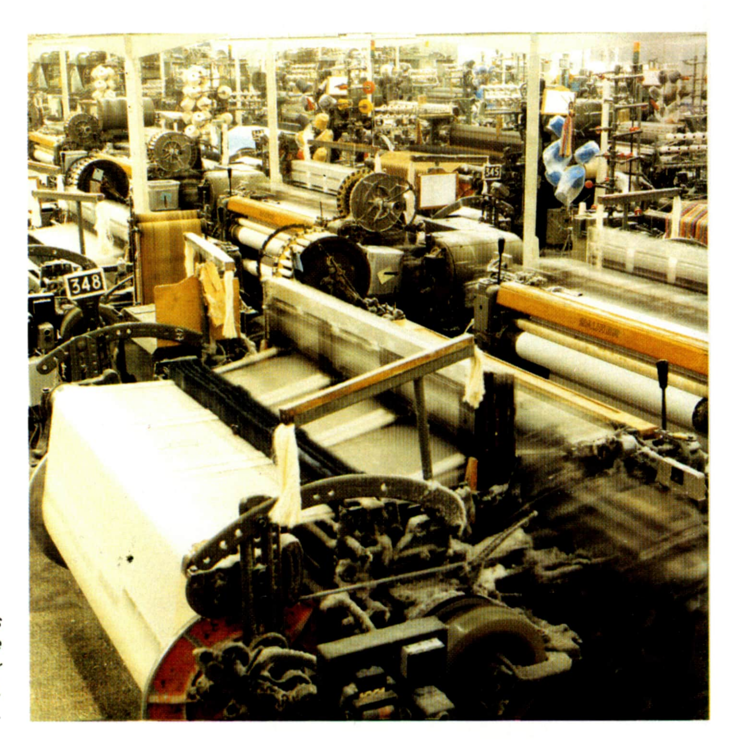
Pupitre de control de un banco de prueba de motores con freno dinamométrico, totalmente gobernado mediante un microcomputador. (Cortesía: Spin).

la de envío de las órdenes del operador para influir en dichos procesos. Asimismo, el sistema ha de ser capaz de autovigilarse y detectar las anomalías de funcionamiento, tanto en sus operaciones como en los canales de comunicación.

Un equipo como el que se está describiendo, permite establecer los enlaces transductores-operador y operador-actuadores de forma segura y eficaz. Las características deseables con las que debería diseñarse un sistema centralizado de control deberían ser:

a) Una concepción de la actuación que permita, tanto en las operaciones de vigilancia como en las de teleacción, ante hipotéticos fallos de comunicación entre las diferentes estaciones, generar automáticamente aquellos mensajes que, como consecuencia de los errores aludidos, no hubieran llegado a su destino, repitiéndolos un número de veces al cabo de las cuales, si aún no ha sido posible

establecer la comunicación deseada, habría que notificarlo a la estación generadora de dicho mensaje, ya que sería señal de error persistente.



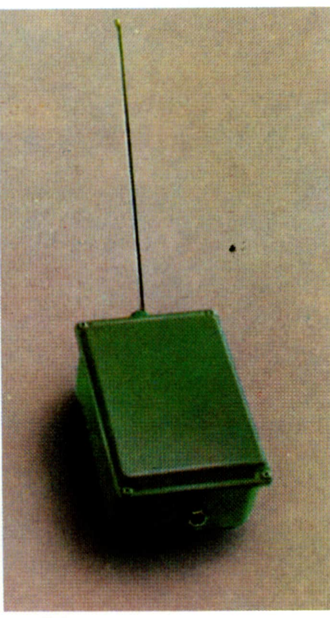
Nave de telares controlada totalmente mediante un computador central. (Cortesía: Spin).

b) Una estructuración de la información a transmitir tal que reduzca al mínimo el número de canales de transmisión necesarios, dado el elevado coste de dichos canales, ya sean líneas privadas o líneas telefónicas; se debe tender pues, a la transmisión de la información en serie por un solo canal, que debe ser compartido en el tiempo por el mayor número posible de estaciones.

c) Una ordenación de los datos en las estaciones remotas para su envío en bloques de la misma naturaleza, con objeto de simplificar las tareas de identificación, interpretación, conversión de códigos y presentación de los mismos por la estación central.

d) Una autovigilancia del propio sistema supervisor que permita desechar aquellos datos procedentes de módulos cuyo funcionamiento en un determinado momento no es fiable, respetando el resto de la información, así como detectar en las partes más delicadas del sistema (que son las de actuación, debido a las imprevisibles consecuencias que podría acarrear una malfunción en esa etapa) posibles averías, notificándolas convenientemente mediante la actuación de las secuencias de alarma correspondientes y bloqueando los mecanismos actuadores mientras persistan aquellas.





Conjunto emisor y receptor de un telemando abrepuertas gobernado mediante un mando a distancia. Estos equipos van codificados y pueden construirse para gobernar una o dos puertas diferentes.
(Cortesía: Clemsa).

e) Una vigilancia de los posibles errores humanos del propio operador, de tal forma que las decisiones importantes por una parte precisen una secuencia muy definida de operaciones que minimice el riesgo de error, y por otra parte se detecten y notifiquen al operador las maniobras incorrectas, colocándose el sistema en estado de bloqueo hasta que aquél pulse una tecla de «enterado».

f) Una modularidad del sistema que por una parte facilite los procesos de fabricación y mantenimiento, y por otra proteja al resto del sistema frente a posibles averías en algunas de sus partes constituyentes.



Un sistema de dispositivo abrepuertas preparado para ser accionado a distancia.

g) Una flexibilidad en la estructura y en la concepción operacional del sistema que haga posible la adaptabilidad de éste a multitud de procesos muy diferentes, tanto en el tipo de variables supervisadas como en su número y

distribución espacial; esta característica tiene una gran importancia desde el punto de vista económico, tanto para el fabricante, que al estar el sistema dotado de la citada flexibilidad no precisa realizar un elevado número de diferentes prototipos para las distintas aplicaciones, como para el usuario, que podrá adaptar el sistema a sus exigencias, adquiriendo únicamente aquellos módulos que realmente necesite para su aplicación concreta, y teniendo además la posibilidad de ir ampliando o modificando el sistema sobre la marcha, a medida que varíen sus necesidades.

Podríamos citar aquí muchas funciones «deseables» para los sistemas de supervisión, ahora bien, dado que ya no tendrían las características de «generalidad» que las anterior-



Abrepuertas codificado que puede accionarse mediante teclas o una tarjeta magnética, programada de antemano.

mente citadas poseen, volveremos sobre ellas en posteriores apartados. Sin embargo, con las ya comentadas el lector puede imaginar la elevada complejidad que el diseño de este tipo de sistemas supone.

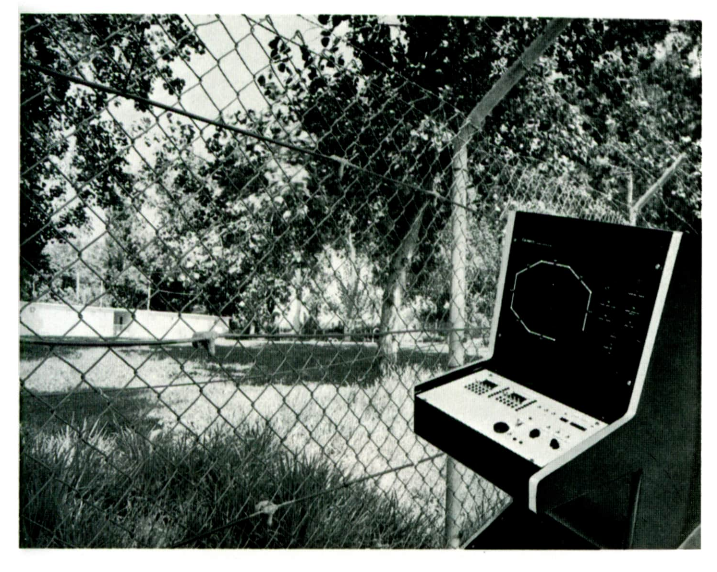


Unidad central de un sistema de seguridad. (Cortesía: Tronic).

La realización de sistemas de supervisión centralizados mediante circuitos integrados de escalas de integración pequeña y media exclusivamente, permite la obtención de las características exigidas en las funciones que hemos denominado «básicas»; sin embargo, las funciones deseables sólo pueden ser alcanzadas parcialmente con este tipo de tecnología, debiéndose pagar además un alto precio por ello, tanto en lo que se refiere al diseño como a los propios componentes.

Como consecuencia de ello, hasta hace unos pocos años los sistemas de supervisión de gran capacidad, o que

requerían incluir un buen número de las funciones deseables citadas, recurrían al empleo de computadores y minicomputadores que, si bien resolvían los problemas de la flexibilidad de las funciones y de los complejos tratamientos de los datos, no acababan de adaptarse plenamente a los requisitos de modularidad y flexibilidad estructural, especialmente cuando los procesos supervisados estaban altamente distribuidos; adicionalmente se presentaba el problema del elevado coste que alcanzaban los sistemas, lo cual restringía su utilización únicamente a aquellas aplicaciones que requerían una gran capacidad de variables y la realización de funciones muy complicadas.



Visualizador central de un control periférico, en donde quedan reflejados los diferentes tramos que controla.

La aparición de los microprocesadores en el mercado y su empleo dentro de los sistemas del tipo que nos ocupa, ha permitido, por una parte, cubrir la laguna existente entre los pequeños sistemas de supervisión con funciones poco intrincadas y los sistemas de supervisión de estaciones remotas, controladas por un microprocesador y dotadas ya de un cierto nivel de procesamiento de la información, que además de eximir a la unidad central de tareas rutinarias, simplifica los diálogos entre las estaciones.

CONFIGURACION DE REDES DE TELESUPERVISION

Las estaciones remotas de un sistema de supervisión industrial pueden estar unidas a la estación central mediante redes de diferentes tipos, dependiendo de factores tales como situación geográfica de las diferentes estaciones remotas, tipo de los canales de transmisiones de información disponibles en cada aplicación, relación coste del sistema supervisor/coste de los canales de transmisión, etc. Seguidamente vamos a citar aquellos tipos de redes de conexión más utilizados en estos sistemas.

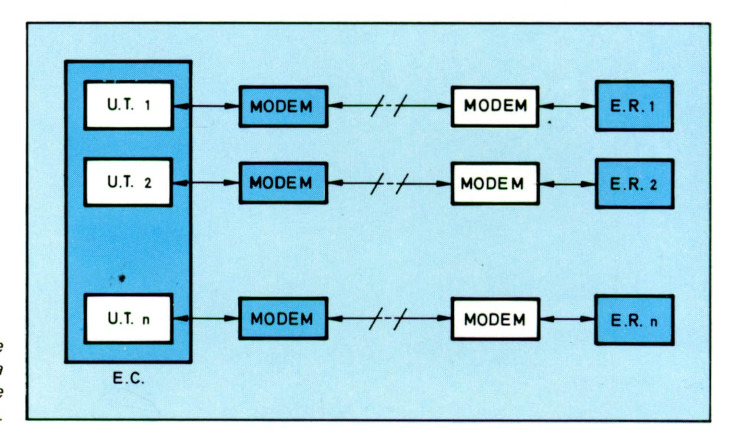


Figura 42. Sistema de configuración punto a punto para un método de telesupervisión.

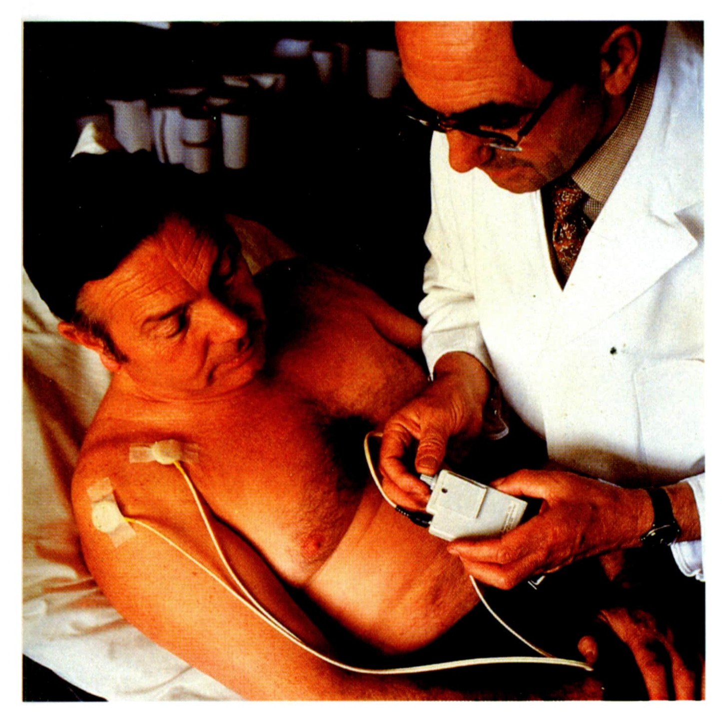
1) *Configuración punto a punto*

La estación central (EC) está conectada a cada una de las estaciones remotas (ER) mediante un canal de transmisión independiente, estando además controlada cada una de las estaciones remotas por una subunidad de tratamiento independiente (UT) en la estación central; por tanto, cualquiera de los enlaces EC↔ER constituye por sí mismo un sistema independiente, tanto en lo que concierne al intercambio de información como al tratamiento de la misma; en la figura 42 se puede ver esquematizado un sistema de este tipo, en el cual se precisa por cada uno de los enlaces un *modem* (dispositivo modulador/demodulador

adecuado al tipo de modulación de la señal utilizada en la transmisión) asociado a cada estación.

2) *Configuración multipunto*

En los sistemas de supervisión que adoptan este tipo de configuración, la estación central contiene una unidad de tratamiento común para todas las estaciones remotas a ella



Colocando electrodos sobre los pacientes, pueden recogerse datos sobre las constantes vitales de la persona y éstos, vía radio, son transmitidos a una unidad central, donde pueden recogerse y analizarse (telemedicina). (Cortesía: Universidad de Birmingham).

conectadas, independientemente de que dichas estaciones remotas compartan o no el mismo canal de transmisión; esta configuración ya puede ser denominada con propiedad como de tipo «centralizado», ya que dicha denominación se refiere más al tipo de gestión efectuada por la estación central respecto a la información que le llega desde las estaciones remotas, que al tipo de conexión establecida entre las estaciones para la transmisión de información.

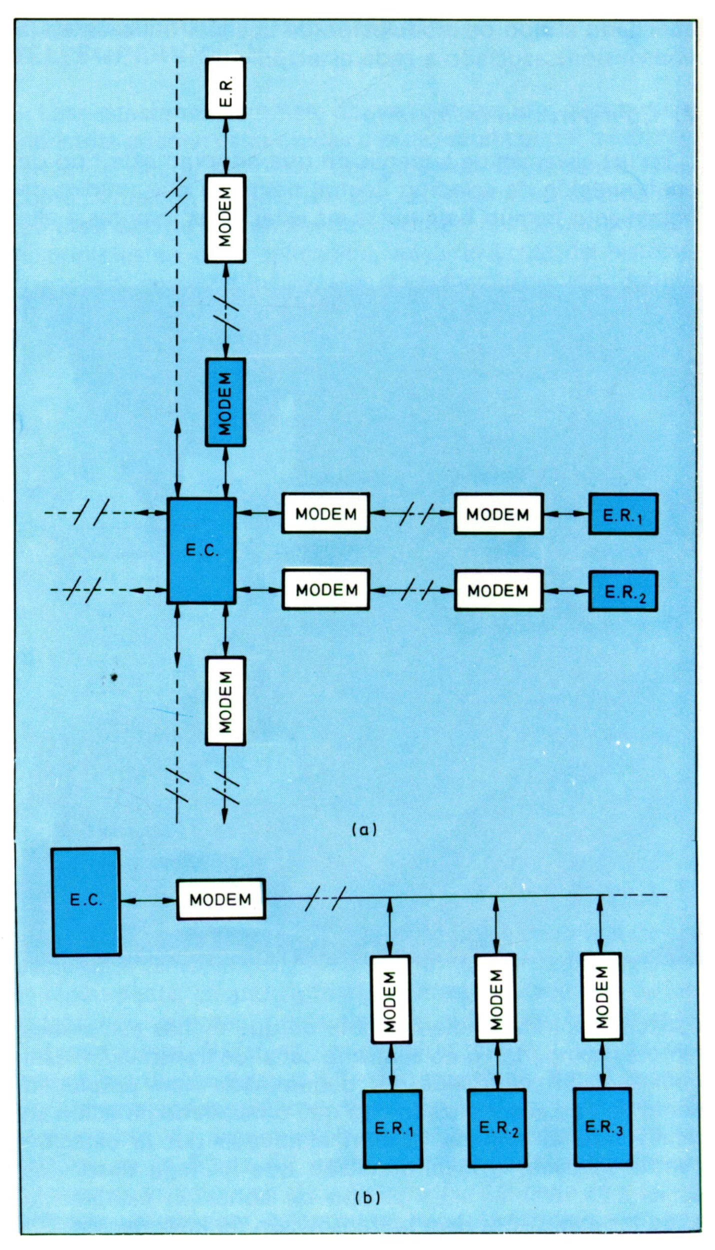
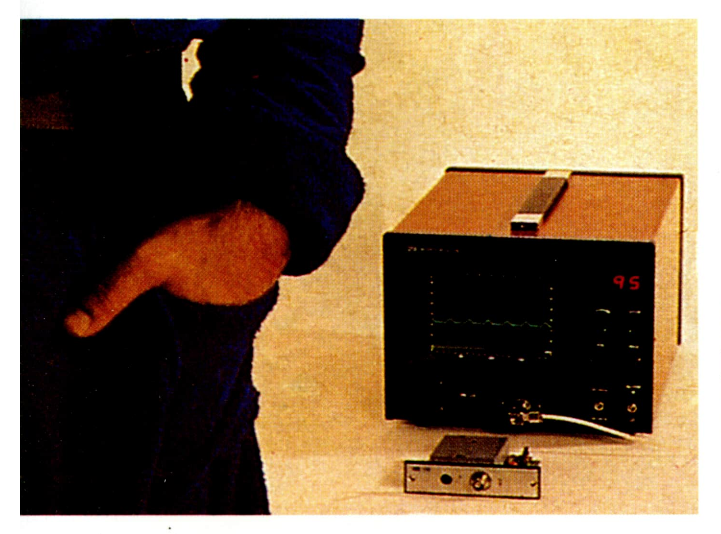


Figura 44. Configuración multipunto para un sistema de supervisión; (a) conexión en estrella; (b) conexión en línea compartida.

En cuanto al tipo de conexión entre las estaciones, los sistemas de telesupervisión multipunto pueden clasificarse en los siguientes:

a) *Sistemas en estrella*, caracterizados porque cada enlace central↔remota se efectúa por un canal de transmisión distinto, según se detalla en la figura 44 (*a*).

b) *Sistemas en línea compartida,* en los cuales todas las estaciones del sistema comparten secuencialmente en el tiempo un mismo canal de transmisión, de la forma indicada en la figura 44 (*b*).



Sistema de recogida de información por radio de parámetros biológicos. Este sistema es muy usado hoy día por atletas de élite, para el estudio de sus funciones vitales durante la fase de esfuerzo físico de su entrenamiento.

Asimismo, un determinado sistema de supervisión podrá tener una configuración mixta entre los tipos de estrella y línea compartida, dependiendo de las aplicaciones; por ejemplo, si en un grupo de estaciones remotas éstas están relativamente próximas, pueden ser unidas en estrella a otra estación intermedia o subcentral que tenga como misión concentrar las medidas correspondientes al grupo de estaciones remotas aludido, efectuando una selección de las mismas para su posterior envío a la estación central y utilizando esta vez un canal de transmisión compartido en el tiempo con otras subcentrales concentradoras. De una forma análoga a la expuesta en el ejemplo precedente, es

posible realizar todo tipo de combinaciones entre las configuraciones fundamentales que se han descrito con anterioridad.



Mando a distancia para un televisor en el que se incluye además el circuito práctico de gobierno.

INTERCAMBIO DE INFORMACION EN LOS SISTEMAS DE SUPERVISION

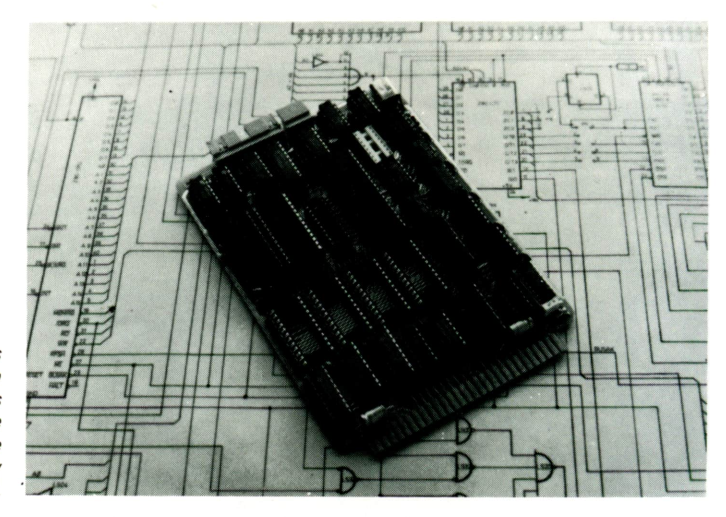
Los procedimientos de transmisión en los sistemas de telesupervisión dependen del tipo de red de interconexión utilizado:

a) En un sistema cuyos enlaces sean punto a punto, la transmisión bidireccional de información entre las diferentes estaciones suele ser o bien de tipo cíclico o bien como respuesta a una señal de disparo. La de tipo cíclico se utilizará principalmente para la recogida de los datos asociados a cada estación remota por parte de la estación central, que procederá a la terminación de cada ciclo, a la renovación de los últimos valores leídos de las variables externas asociadas a la estación remota y de las propias variables de alarma, y a la autovigilancia del sistema. Las transmisiones por disparo serán utilizadas principalmente en la ejecución (manual a través del operador o automática a través de contactos externos a la estación central) de las labores de telecontrol, existiendo también en algunos



Sistema de evaluación y demostración, provisto de alimentación y altavoz, de un equipo sintetizador de voz M-8950 de la firma SGS.

sistemas la posibilidad de efectuar la lectura de las variables supervisadas mediante petición manual del operador cuando el sistema no se halle en la posición de lectura cíclica automática; en el estado del sistema últimamente mencionado, es decir, el de lectura «no automática», es posible también que la lectura se realice por una señal de disparo generada por la estación remota en vez de la central, y a causa de un cambio de estado o rebasamiento de un umbral preestablecido en el valor de una determinada variable, cuyo conocimiento urgente sería de trascendental importancia para la marcha del proceso supervisado.

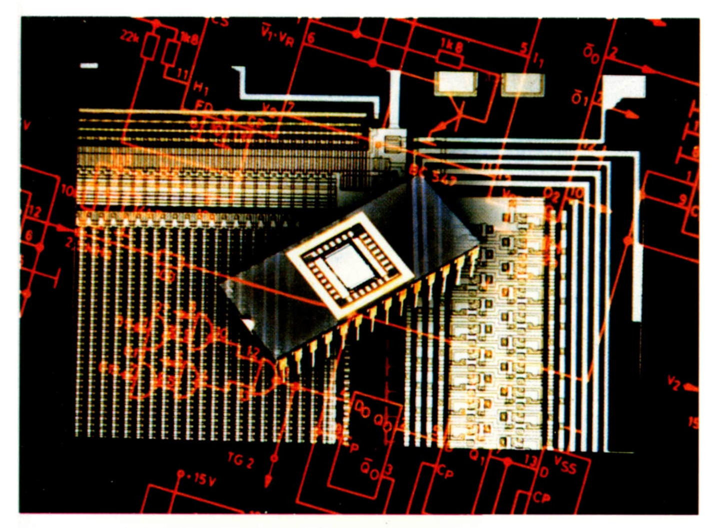


Hoy en día, las tarjetas como la de la figura, son parte constituyente de las centrales y periféricos de los sistemas de telesupervisión y telecontrol.

Evidentemente, en el caso de transmisión de información por «disparo» es necesaria una mayor protección de dicha información frente a eventuales errores ya que, a diferencia de lo que ocurre en las transmisiones cíclicas, el mensaje se transmite una sola vez, no existiendo posibilidad de rectificación en el próximo ciclo al ser operaciones aisladas.

b) En un sistema multipunto, cualquiera que sea la configuración adoptada para las líneas de transmisión, la estación central suele comunicarse con las estaciones remotas mediante interrogaciones sucesivas a las diferen-

tes estaciones, bien para solicitar los datos asociados a éstas, bien para transmitirles información, generalmente referente a la activación de mandos o al establecimiento de puntos de consigna.



Sensor de imagen RGS 4 para tubos miniatura de TV. Posee una gran calidad de recepción y sensibilidad, tanto para la luz azul como la ultravioleta. (Cortesía: Miniwatt).

Tanto en los procedimientos de transmisión utilizados en los sistemas de supervisión, que acabamos de comentar, como en el soporte de la misma, los protocolos conversacionales y los métodos de protección de la información son similares a los que se utilizan habitualmente en las redes teleinformáticas que interconectan computadores entre sí y con sus terminales.

La transmisión de datos de este tipo de sistemas esta caracterizada fundamentalmente por:

1) Los sentidos de la transmisión, que quedan determinados por el tipo de conexión:
   — *Conexión simple* (transmisión unidireccional).
   — *Conexión semiduplex* (transmisión bidireccional, no simultánea).
   — *Conexión duplex* (transmisión bidireccional y simultánea).

Lógicamente las conexiones más utilizadas son las dos últimas, debido a la posibilidad que ofrecen de mantener una

conversación bidireccional entre las estaciones; la conexión semi-duplex precisa un único canal de transmisión, mientras que la conexión duplex ya precisa de dos canales, todo ello bajo el supuesto de que los mensajes intercambiados por las estaciones circulen en serie.



Encima del coche se observa el mecanismo de control del avión. El mando a distancia actúa dirigiendo el vuelo del pequeño planeador.

2) El modo de transmisión puede ser:

— *Síncrono:* caracterizado porque, dada una sucesión de caracteres, todos los bits pertenecientes a dichos caracteres están sincronizados con un mismo reloj patrón, sin que exista discontinuidad entre caracteres sucesivos.

— *Asíncrono*: en este modo de transmisión los bits de cada carácter están sincronizados mediante el mismo ritmo de reloj, pero entre cada carácter y el sucesivo puede mediar un intervalo cualquiera de tiempo, que no tiene porqué ser múltiplo del período del reloj

patrón. Como consecuencia, cuando la transmisión es asíncrona es necesario añadir bits adicionales que marquen el comienzo (*start*) y la finalización (*stop*) de los caracteres.

3) El soporte de la transmisión puede ser de diferentes tipos: red telefónica normal, radio, circuitos telefónicos alquilados, líneas de transporte de energía eléctrica, circuitos metálicos alquilados, líneas convencionales por cable, etc.; sin embargo, las redes más utilizadas son las del tipo telefónico, que presentan unos coeficientes de error, debido al ruido en ellas inducido, comprendidos entre 10^{-4} y 10^{-8}, dependiendo además de la calidad de la línea, que es mayor en los circuitos alquilados que en la red telefónica normal; esto quiere decir que lo más probable es que aparezca un error en un bit, en el peor de



Microtransmisor de dos canales para un mando a distancia. El propio usuario puede fijar su código de utilización por medio de un interruptor-programador, seleccionando una de las posibles combinaciones previstas por el fabricante. (Cortesía: Classe).

los casos cada 10.000 bits y en el mejor cada cien millones de bits, variando además estos coeficientes medios con el tipo de línea telefónica escogida y con la velocidad de transmisión empleada.

4) La velocidad de transmisión, que en el caso citado de las líneas telefónicas está limitada, dependiendo de los casos a 1.200, 2.400 ó 4.800 bits/segundo, por debajo de dichos valores suele estar normalizada a 50, 100, 200, 300 y 600 bits/segundo.



En los últimos tiempos están apareciendo en las grandes ciudades armarios como estos, que recogen datos de la circulación, y controlan y regulan automáticamente los semáforos.



Sistema de abrepuertas automático accionado a distancia mediante radiofrecuencia.

5) El tipo de modulación empleada para transmitir los valores binarios procedentes de las estaciones (unos y ceros lógicos) suele basarse en el «desplazamiento de frecuencia», de tal forma que los niveles lógicos se transforman en dos niveles de frecuencia claramente diferenciados; para distancias cortas también suele utilizarse simplemente una modulación del tipo conocido Bi/L, que consiste en convertir los dos niveles lógicos en

escalones de corriente descendentes o ascendentes, según el caso.

Los dispositivos moduladores/demoduladores, los acoplamientos con las estaciones y muchas de las características citadas anteriormente están reguladas por las normas CCITT (Comité Consultivo Internacional Telegráfico y Telefónico).



Equipo periférico de un sistema centralizado de alarma; en este caso se trata de un detector de movimiento por efecto Doppler.

Protección de la información

Una vez enumerados los aspectos principales que determinan las transmisiones de datos entre las estaciones de los sistemas de telesupervisión, vamos comentar a grandes rasgos las protecciones de la información contra los errores más frecuentes en estos sistemas, así como los diferentes protocolos conversacionales utilizados en los diálogos entre las estaciones.

La protección de la información contra los posibles errores inducidos en los canales de transmisión, suele consistir en la adición al mensaje primitivo de un cierto número de bits



Una de las aficiones más extendidas entre jóvenes y adultos, es el control a distancia de aviones. Los equipos de telemando más sofisticados se asemejan a los simuladores de vuelo, utilizando incluso microcomputadores. (Cortesía: Hobbytecnic).

relacionados de alguna forma con el contenido del mensaje, que hacen posible un chequeo de la información a su llegada a la estación receptora, con el fin de dilucidar si ha habido o no algún error detectable en la transmisión.

Evidentemente, la adición al bloque original de un cierto número de bits tiene por consecuencia, por una parte, un menor rendimiento en la transmisión, y por otra, un aumento de la complejidad de los tratamientos de los mismos en las diversas estaciones, por lo que se debe tender al empleo de aquellos métodos de protección que establezcan un compromiso entre un rendimiento de transmisión y un aumento de la complejidad de los tratamientos aceptables, y una posibilidad de aparición de errores que pueda considerarse prácticamente despreciable.

El método de protección más simple consiste en añadir a cada carácter un bit de paridad que, por ejemplo, haga que el número total de «unos» de cada carácter sea impar; evidentemente, con la utilización exclusiva del «bit de paridad» la protección es débil, por lo que a medida que se va precisando mayor protección se utilizan métodos más elaborados. A continuación vamos a citar estos métodos por orden de la protección que proporcionan:

a) Transmisión redundante de la información dos veces seguidas.

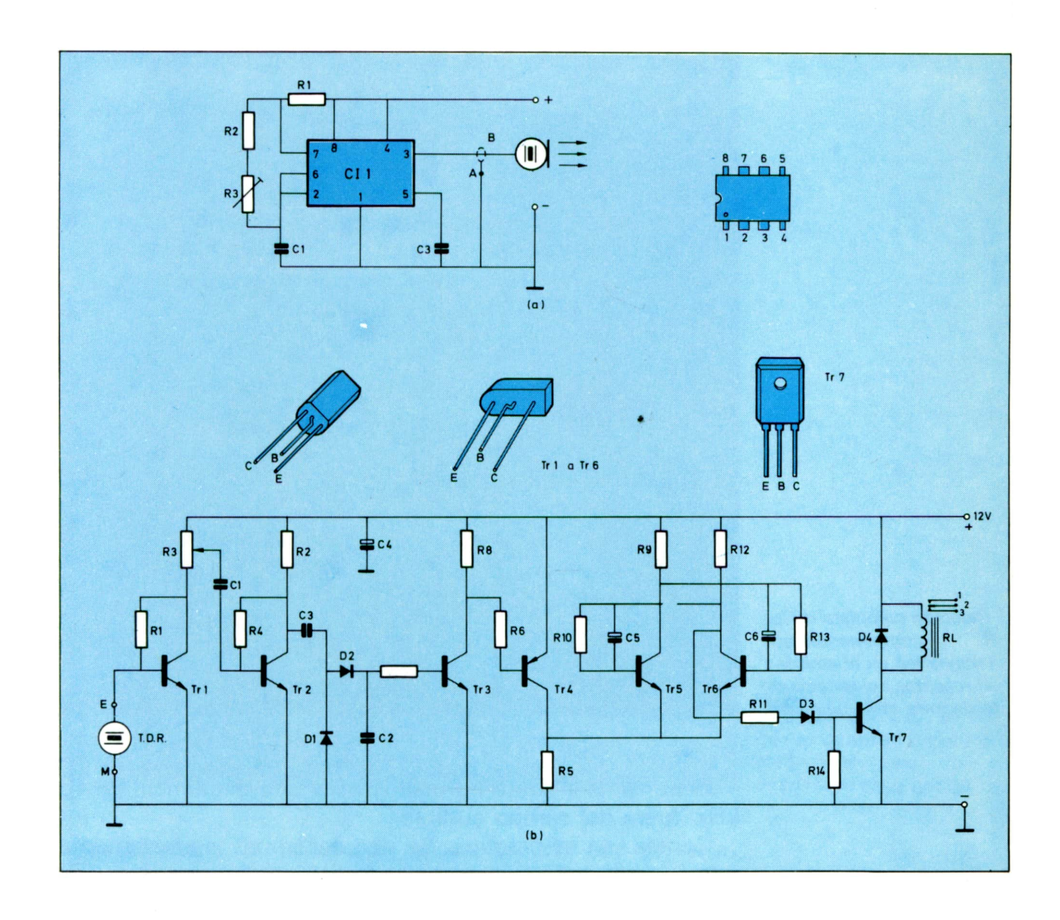
b) Utilización de una codificación «geométrica» caracterizada porque además de introducirse un bit de paridad por cada carácter (paridad horizontal), se añade al final de una serie de caracteres un nuevo carácter, resultante del cálculo de los bits de paridad correspondientes a las columnas que se forman al colocar los caracteres a transmitir uno debajo del otro; el grado de protección de esta codificación es ya mucho más elevado; sin embargo, para aquellas aplicaciones en que se precise un elevado rendimiento de transmisión, los métodos más empleados son los conocidos como «codificación cíclica».

c) Utilización de códigos cíclicos detectores de errores, basados en polinomios; dentro de esta familia figuran los códigos de Hamming, los códigos de «chequeo cíclico redundante» (CRC), especialmente el de Bose-Chaudhuri (BCH), etc.; todos ellos son muy similares y se basan en la adición al mensaje original de una serie de bits, obtenidos a partir del resto de la división módulo-2 del número binario, representado por el mensaje primitivo, por otro número binario obtenido a partir de un polinomio generador cuyos coeficientes sólo pueden tomar los valores 0 y 1; realmente el proceso de codificación cíclica es algo más complejo de lo que aquí hemos esbozado.

TELEMANDO SECUENCIAL POR ULTRASONIDOS

La construcción de telemandos no es labor exclusiva de las industrias y de algunos fabricantes especializados ya que estos mismos productos se encuentran en forma de kit, basados en aplicaciones de infrarrojos o de ultrasonidos.

Figura 56. Esquema teórico de un emisor (a) de ultrasonidos, y de un receptor (b). Kits SK87, 183 de la firma «Sales Kit».



El telemando por vía de ultrasonidos que Sales Kit desarrolla en los Kits SK 87 y SK 183, permite su utilización en la industria para el contaje de piezas, hojas de papel, una

sucesión de objetos que se desplazan (como sucede en una planta embotelladora), en la limpieza de piezas, etc.

Otro campo de posible utilización es el de las alarmas antirrobo por tratarse de sistemas cuya localización y neutralización resulta muy difícil para el intruso.



Relación completa de los componentes que intervienen en el emisor y el receptor del sistema de telemando de la figura 56.

El transmisor emite normalmente a una frecuencia de 40 kHz, fuera del campo audible.

Consta, en la práctica, de dos secciones perfectamente diferenciadas, el emisor representado en este caso por el kit SK 87 y el receptor SK 183, puede ser utilizado para telecontrol ya que posee una báscula para conectar o desconectar un circuito a cada pulsación.

La alimentación del emisor puede efectuarse con una pila miniatura instalada dentro del tubo de aluminio o con una

alimentación independiente, según se trate de instalaciones móviles o fijas.

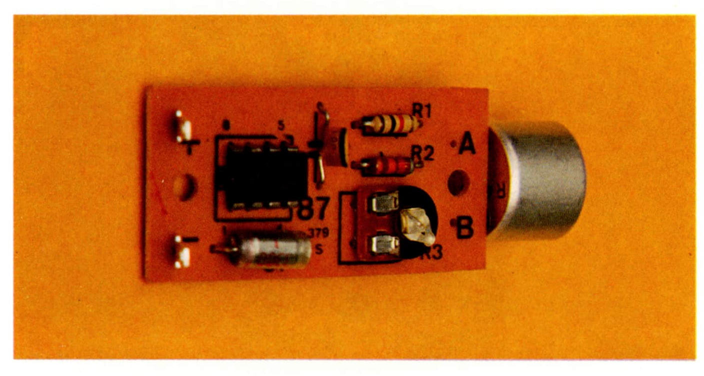
Pueden destacarse varias características importantes del emisor:

Tensión de alimentación	9 a 12 V
Consumo	25 a 30 mA
Frecuencia de oscilación	39 kHz
Estabilidad del oscilador	10 Hz/hora

Puesta en marcha del emisor

La verificación del circuito incluye un receptor en condiciones para captar las oscilaciones emitidas. Para ello deberán seguirse unos pasos fundamentales.

— Conectar la alimentación con la polaridad adecuada tanto en el emisor como en el receptor.
— Dejar separados los dos transductores unos dos metros y enfocarlos.
— Colocar un polímetro en el receptor para alcanzar la máxima lectura del instrumento.



Módulo del emisor de ultrasonidos Sk-87, en el que se observan todos los componentes que intervienen en el mismo.

Utilizando el SK 183 como receptor se activará el relé al primer impulso, desactivándose al segundo. La distancia de funcionamiento es de hasta unos 5 m, dependiendo del ajuste se alcanzan distancias mayores.

El circuito receptor resulta más completo que el emisor, no por la complejidad del mismo sino por tratarse de un circuito totalmente a transistores.

Puesta en marcha del receptor

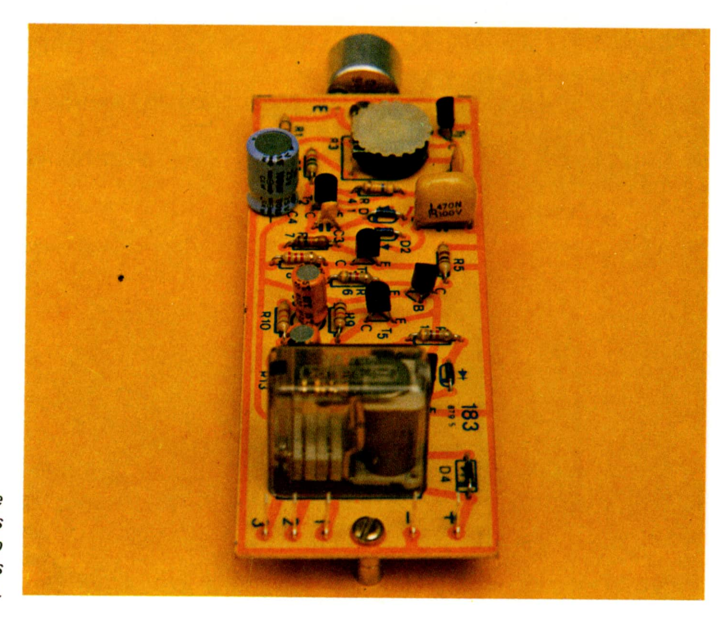
El receptor exige una alimentación más elevada que la del emisor, 12 V. El consumo varía entre 20 mA con el relé en estado de reposo y los 80 mA con el relé activado.

— Situar el cursor de R_3 hacia la mitad de su recorrido.

— Enfocar los transductores del emisor y del receptor distanciados unos dos metros.

— Ajustar el trimer del emisor para una máxima lectura del medidor.

La máxima señal debe quedar perfectamente definida, de no ser así separar el emisor y el receptor hasta alcanzarla, evitando la saturación.



El receptor de ultrasonidos Sk-183, es de gran sencillez, como puede observarse a través de la fotografía.

Puede comprobarse la recepción viendo que el receptor actúa según la orden del emisor, hecho que queda reflejado por la actuación del relé.

Es importante el hecho de que el receptor está conectado continuamente, por ello puede llegar a captar radiaciones parásitas si no está bien ajustado.

